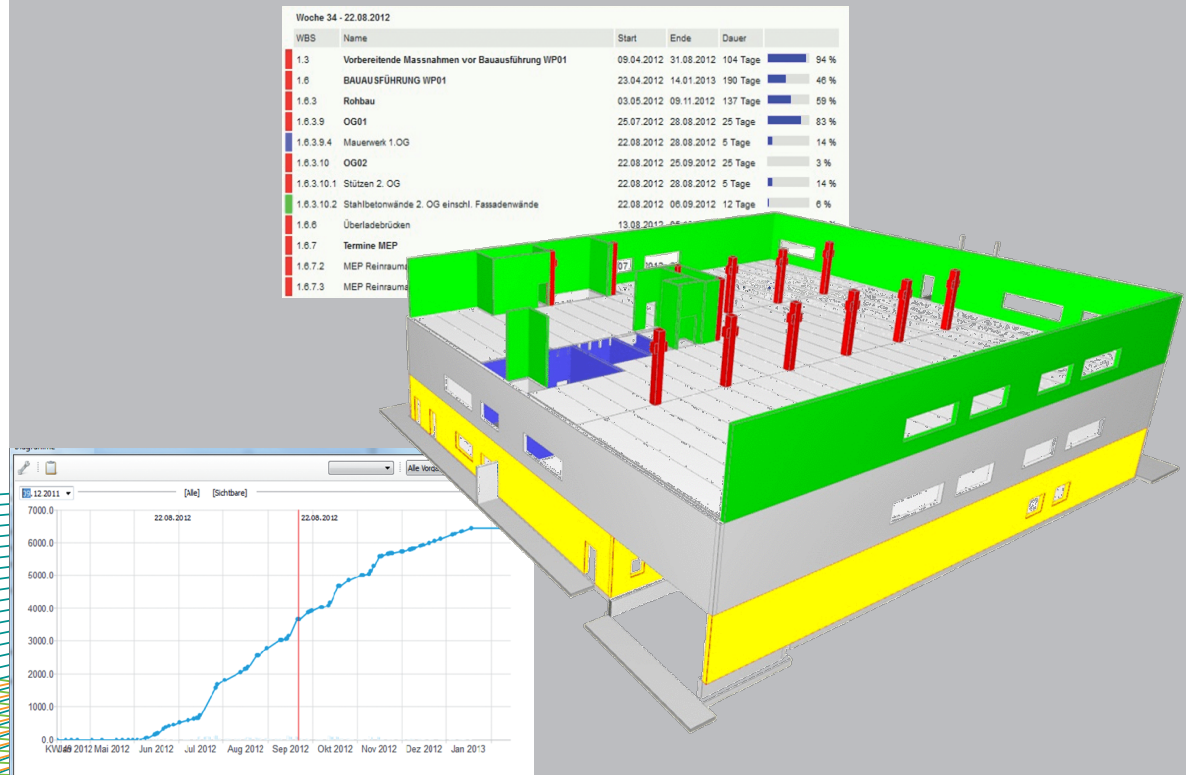


24. Assistententreffen der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik



10.–12. Juli 2013, Bauhaus-Universität Weimar

Impressum

Schriften der Professur Baubetrieb und Bauverfahren

Herausgeber

© Bauhaus-Universität Weimar
Fakultät Bauingenieurwesen
Professur Baubetrieb und Bauverfahren
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.Sc.
Gasteditoren:
Sebastian Hollermann
Jürgen Melzner
Marienstraße 7A
D-99423 Weimar
Tel.: (+49) 03643/584582

Bezugsmöglichkeit

Verlag der Bauhaus-Universität Weimar
Fax: 03643/581156
E-Mail: verlag@uni-weimar.de

Umschlaggestaltung

Gitte Lützow

Druck

docupoint GmbH

ISBN 978-3-86068-496-2

Der Volltext dieser Publikation ist abrufbar unter:

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:wim2-20130523-19371>

**SCHRIFTEN DER PROFESSUR BAUBETRIEB UND BAUVERFAHREN
NR. 26 (2013)**

**Tagungsband
zum 24. Assistententreffen der
wissenschaftlichen Mitarbeiter der
Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und
Bauverfahrenstechnik**

Fachtagung
an der Bauhaus-Universität Weimar

Professur Baubetrieb und Bauverfahren
der Bauhaus-Universität Weimar

am 10.-12.07.2013 in Weimar

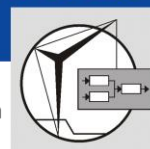
Sponsoren



Unterstützer



Professur
Baubetrieb und Bauverfahren



Inhalt

Vorwort der Herausgeber	3
<i>Jürgen Melzner, Sebastian Hollermann</i>	
Grußworte des Rektors der Bauhaus-Universität Weimar	5
<i>Prof. Dr.-Ing. Karl Beucke</i>	
Grußworte der Lehrstuhlinhaber	6
<i>Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans-Wilhelm Alfen</i> <i>Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.Sc.</i> <i>Prof. Dr.-Ing. Architekt Bernd Nentwig</i>	
Projektreport: Bauen mit RFID-Technik	9
<i>Jens Bredehorn, Agnes Kelm, Jan Kortmann, Lars Laußat, Anica Meins-Becker, Steffi Wagner, Uwe Zwinger - ARGE RFIDimBau</i>	
Empirische Untersuchung von Instandhaltungskosten gebäudetechnischer Anlagen	15
<i>Jens Bossmann - Karlsruher Institut für Technologie</i>	
BIM – Modellbasierte Koordinationsprozesse über den Lebenszyklus eines Bauwerkes	23
<i>Jens Bredehorn - Bergische Universität Wuppertal</i>	
Implementierung von digitalen Geländemodellen und Baumaschinendaten in die modellorientierte Projektorganisation im Infrastrukturbau	31
<i>Martin Ferger - Universität Siegen</i>	
Die Mathematik hinter den Honorartafeln der HOAI 2013	39
<i>Christian Flemming - Technische Universität Dresden</i>	
Mentoring zur Verbesserung der Ausbildungsqualität im Bauhandwerk	47
<i>Melanie Hainz - Bergische Universität Wuppertal</i>	
Fortschreibung der Gemeinkosten bei technischen und bauzeitlichen Nachträgen – Gibt es eine übliche Zusammensetzung von AGK und BGK?	55
<i>Stefan Hamann - Technische Universität Braunschweig</i>	
Funktionsbauverträge im Straßenbau – bauvertragsbezogene Bewertungen bisheriger Bundesfernstraßenprojekte seitens der Vertragsparteien	63
<i>Sven L. Hintsche - Universität Kassel</i>	
Baustelleinrichtungsplanung in der virtuellen Realität	71
<i>Sebastian Hollermann - Bauhaus-Universität Weimar</i>	
Belastungsfaktoren für Baustellenführungskräfte	79
<i>Wolfgang Lang - Technische Universität Graz</i>	

Mit Bauwerksinformationsmodellen zu mehr Sicherheit auf Baustellen	87
<i>Jürgen Melzner - Bauhaus-Universität Weimar</i>	
Entwicklung eines Wissensmanagement-Systems für kleine und mittlere Bauunternehmen	93
<i>Stefan Rathswohl - Universität Kassel</i>	
Klassifikation der Subsysteme von Smart City Konzepten	101
<i>Alexander Riemann, Katja Leidl - Bauhaus-Universität Weimar</i>	
Der Entwicklungsprozess umweltbezogener Zuschlagskriterien zur umweltfreundlichen Beschaffung öffentlicher Infrastruktur-Bauleistungen	109
<i>Jan-Simon Schmidt - RWTH Aachen University</i>	
Bauleitung 2012 – Situationserfassung im Rahmen des Projektes EBBFü	117
<i>Martina Schneller - Bergische Universität Wuppertal</i>	
Analyse hochschulinterner Flächensteuerungsmodelle	125
<i>Anke Schwanck - Bauhaus-Universität Weimar</i>	
Dezentrale Trinkwassererwärmung mittels Kleinstwärmepumpen	133
<i>Alexander Vogt, Marten F. Brunk - RWTH Aachen University</i>	

Vorwort der Herausgeber

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Salve, sei willkommen zum 24. BBB-Assistententreffen in Weimar!

Wir freuen uns, in diesem Jahr die Fachtagung „24. BBB-Assistententreffen“ der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik in der Stadt der Dichter und Denker ausrichten zu dürfen. Das BBB-Assistententreffen ist seit über 20 Jahren fester Bestandteil der deutschsprachigen Forschungslandschaft im Bauingenieurwesen, bei dem die aktuellen Forschungsprojekte aus der Baubranche präsentiert und diskutiert werden.

Das große Interesse der Teilnehmer unterstreicht den Stellenwert der Tagung. Beim 24. Assistententreffen sind über 70 Teilnehmer aus insgesamt 18 Hochschulen aus Deutschland und Österreich vertreten.

Die historische Stadt Weimar empfängt Sie, wie auch jährlich ca. 3 Millionen Touristen. Weimar ist nicht nur bekannt für das Bauhaus, sondern auch als Wirkungsstätte von Goethe und Schiller. Eine Vielzahl historischer Gebäude sowie kulturelle Veranstaltungen prägen die Stadt und ihr Umfeld. Weimar beheimatet mehrere Attraktionen, die den Status des UNESCO Weltkulturerbes tragen.

Neben dem wichtigen Austausch der aktuellen Forschungsergebnisse steht der persönliche Kontakt der Teilnehmer zur Stärkung des persönlichen Netzwerkes im Fokus der Veranstaltung. Das abwechslungsreiche Programm der Fachtagung führt Sie sowohl an geschichtsträchtige Standorte wie das Goethe-Schiller-Archiv und das Schloss Ettersburg als auch in die „Virtuelle Realität“ in den Laboren der Bauhaus-Universität.

Einen großen Dank gebührt den Sponsoren und Unterstützern der Veranstaltung, ohne deren Engagement diese Fachtagung nicht realisiert werden könnte. Wir wünschen eine gute Zeit und interessante Gespräche beim 24. BBB-Assistententreffen in Weimar.

Weimar, im Juli 2013

Jürgen Melzner
Sebastian Hollermann

Grußworte des Rektors der Bauhaus-Universität Weimar

Herzlich willkommen zum 24. BBB-Assistententreffen in Weimar

Wie jedes Jahr kommen die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Fachbereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik aus den deutschsprachigen Ländern beim BBB-Assistententreffen für einen regelmäßigen Austausch zusammen. Ich freue mich, dass diese schöne Tradition in diesem Jahr hier an der Bauhaus-Universität Weimar fortgeführt wird, und möchte Sie hierzu ganz herzlich begrüßen.

In Weimar wirken nicht nur die alten Geister Goethes und Schillers sowie des alten Bauhauses nach, auch im Wechselspiel der vielen verschiedenen Disziplinen der Bauhaus-Universität Weimar ergibt sich eine spannende Forschungs- und Studiumgebung. Die Fakultät Bauingenieurwesen bildet gemeinsam mit den anderen Fakultäten Architektur, Gestaltung und Medien das Gesicht der Universität. Durch die Zusammenarbeit mit anderen Fakultäten, insbesondere für den Bereich Bauinformatik mit der Fakultät Medien, ergibt sich das besondere Forschungsprofil des hiesigen Fachbereiches Bauingenieurwesen – einige Schwerpunkte sind das Bauwerksinformationsmodell, digitale Prozesse und die Simulation von Bauprozessen.

Das diesjährige Treffen organisieren die Assistenten der Professur Baubetrieb und Bauverfahren der Bauhaus-Universität Weimar. Neben diesem Lehrstuhl unter der Leitung von Prof. Hans-Joachim Bargstädt nehmen auch die Weimarer Lehrstühle für Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen (Prof. Hans-Wilhelm Alfen) und für Baumanagement und Bauwirtschaft (Prof. Bernd Nentwig) an der Tagung teil.

Ergänzend zu den Fachvorträgen erwartet Sie ein vielseitiges Begleitprogramm, mit dem wir Ihnen einen Einblick in die große kulturelle Bandbreite der Bauhaus-Universität und der Stadt Weimar bieten möchten. Der erste Tag beginnt mit einer Bauhaus-Führung und der Besichtigung unseres „Virtual Reality Lab“, um danach zu den ersten Tagungsvorträgen im Goethe-Schiller-Archiv überzugehen. Die Vorträge des zweiten Tages finden auf Schloss Ettersburg statt, welches auch im Rahmen einer Führung besichtigt werden kann. Abends bietet sich die Gelegenheit zum Besuch der „Summaery“, dem jährlichen Ausstellungsrundgang der Bauhaus-Universität Weimar. Am dritten Tag bilden schließlich die Fachvorträge im städtischen Kulturzentrum „Mon Ami“ den Abschluss der Tagung.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen mit dem Programm des 24. BBB-Assistententreffens, einen fruchtbaren Austausch mit Ihren Kollegen aus nah und fern und einen angenehmen Aufenthalt in Weimar.

Weimar, im Juli 2013

Prof. Dr.-Ing. Karl Beucke
Rektor der Bauhaus-Universität Weimar



Grußworte der BBB-Professoren in Weimar

Die BBB-Professuren an der Bauhaus-Universität Weimar sind stolz darauf, dass die wissenschaftlichen Mitarbeiter, Promovenden und Jung-Akademiker an den deutschsprachigen Bauwirtschafts-, Baubetriebs- und Bauverfahrenstechnik-Lehrstühlen in diesem Jahr Weimar zum Ort ihrer Jahrestagung ausgewählt haben. Damit nutzen Sie ein besonders spannendes Umfeld, das sich aus der starken Tradition von Weimarer Klassik und Bauhaus einerseits und modernen Einrichtungen wie dem Centrum für Intelligentes Bauen (CIB Weimar), dem Digital Bauhaus Lab und dem Bauhaus Green:house speist.

Mit drei Vollprofessuren für Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen (Professor Alfen), für Baubetrieb und Bauverfahren (Professor Bargstädt) und für Bauwirtschaft und Baumanagement (Professor Nentwig) sowie weiteren Honorar-, Junior- und außerplanmäßigen Professuren im Bereich von Immobilienökonomie über Baurecht bis zu Baumaschinentechnik legt Weimar seit nunmehr 15 Jahren ein starkes Bekenntnis zur prozessbezogenen Komponente des Bauens und darüber hinaus zu allen strategie-, funktions- und lebenszyklusphasenorientierten Aspekten des Managements von Immobilien und Infrastruktur ab. Als Bindeglied in die räumliche und gesellschaftliche Skalierung des Bauens wirkt hier das Institut für europäische Urbanistik mit der Professur Baumanagement und Bauwirtschaft sowie den angeschlossenen Disziplinen der Raum- und Stadtplanung sowie der Soziologie.

Als Schwerpunkte der Forschung für die Bauwirtschaft sind in Weimar u. a. zu nennen: Ökonomische Baumarktanalyse und strategisches und Innovationsmanagement für Bauunternehmen, strategische Projektentwicklung auch schwieriger Bestandsimmobilien und Branchen, vielfältige Formen von Beschaffungs-, Vertrags- und Finanzierungsmodellen z.B. im Rahmen von Public-Private-Partnerships, die Simulation von Bauprozessen und die Entwicklung von Prozesslogiken für die Bauablaufplanung und die Baulogistik sowie Lebenszyklus-, Risiko-, Nachhaltigkeits-, Facilities- und andere Managementinstrumente für die Bau-, Immobilien und Infrastrukturwirtschaft und Werkzeuge zur Beurteilung und Analyse von immobilienbezogen Anlageprodukten.

Die seit über zwölf Jahren betriebenen Bachelor- und Master-Studiengänge Management [Bau Immobilien Infrastruktur] waren seit Anbeginn ein jährlich von mehr als einhundert Studierenden aus ganz Deutschland gewähltes attraktives Studium, das diese jenseits bisheriger Beschränkungen durch Musterprüfungsordnungen und die Diskussion um Kammerfähigkeit als innovatives und zukunftsweisendes Studienprogramm identifiziert und gewählt haben und aus dem sie schnell in attraktive und lukrative berufliche Positionen gefunden haben. Die Absolventen der letzten zehn Jahre haben auch dazu beigetragen, dass die Forschungsergebnisse aus Weimar sehr schnell in die tägliche Praxis übernommen wurden.

Mit aktuellen Weiterbildungsangeboten z. B. im Projektmanagement, zu Projektentwicklung und Immobilienresearch, über Public Private Partnership und im Bauprojektmanagement ist Weimar stets auch ein willkommener Anlaufpunkt für im Beruf stehende Architekten und Ingenieure.

Das diesjährige BBB-Assistententreffen ist eine gute Gelegenheit, dass Sie sich als junge Forscher über Ihre Ideen, über Ihre Arbeitsmethoden und -ansätze austauschen und dass Sie durch die begleitende Veröffentlichung von Teilen aus Ihrer Arbeit bereits frühzeitig manifestieren, in welchen Bereichen Ihre Forschungsleistungen liegen. So können in einem Zuge die Autorenschaft an innovativen Ideen und ersten Ergebnissen abgesichert und gleichzeitig diese Ideen bereits frühzeitig anderen Forschern zugänglich gemacht werden.

Wir wünschen den Teilnehmern an der Tagung einen erfolgreichen Verlauf und interessante Diskussionen. Wir verbinden damit ebenso die Hoffnung, dass die angesichts der Tagung zusammengestellten schriftliche Beiträge für den Leser eine spannende, informative und somit ertragreiche Lektüre sein mögen.

Weimar, im Juli 2013

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans-Willhelm Alfen
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Architekt Bernd Nentwig



One step ahead.
Build digitally first.

BIM wird Industriestandard

Wir ermöglichen Bauherren/Investoren BIM-Vorteile in ihren Projekten zu nutzen.

Building Information Modeling (BIM) ist eine Methode zur Optimierung der Planung, der Ausführung und des Betriebs von Bauwerken. Die Grundlage von BIM ist ein 3D-ComputermodeLL, das um weitere Informationen wie Zeit, Kosten, Nutzung erweitert werden kann. Ziel ist es, frühzeitig Risiken zu minimieren, effektiver zu kommunizieren und Kosten zu sparen.

In Hochbau- und Infrastrukturprojekten unterstützt ViCon Bauherren und Projekte mit ausgereiften Software- und Hardware-Lösungen, Schulungen, praxiserprobten Prozessen und der Bereitstellung von projektspezifischen Standards.

Wir sind regelmäßig auf der Suche nach engagierten Praktikanten (Architektur, Bauingenieurwesen, Bauinformatik), Diplomanden sowie BIM-Managern.

Jens Bredehorn, Agnes Kelm, Jan Kortmann, Lars Laußat, Anica Meins-Becker, Steffi Wagner, Uwe Zwinger

ARGE RFIDimBau

bredehorn@uni-wuppertal.de, kelm@uni-wuppertal.de, jan.kortmann@tu-dresden.de,
laussat@uni-wuppertal.de, a.meins-becker@uni-wuppertal.de,
steffi.wagner@tu-dresden.de, zwinger@iib.tu-darmstadt.de

Projektreport: Bauen mit RFID-Technik

Kurzfassung: Ein wesentliches Problem im Lebenszyklus von Bauwerken ist das Fehlen von erforderlichen Daten. Eine lückenhafte Datenbasis erschwert ein effizientes und sachgerechtes Errichten und Betreiben von Gebäuden deutlich. Aus diesem Grund beschäftigt sich die ARGE RFIDimBau innerhalb der Forschungsinitiative ZukunftBAU bereits seit 2006 mit dem Einsatz der RFID-Technik in der Bau- und Immobilienwirtschaft.

Hierbei entwickelt das Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal verschiedene Applikationen zur Optimierung bauproduktiver Prozesse (z.B. Transportanmeldung, automatisierte Wareneingangskontrolle, Werkzeug- und Baumaschinenregistrierung und Zutrittskontrollen).

Das Institut für Baubetriebswesen der Technischen Universität Dresden untersucht die bauproduktionstechnischen Prozesse von der Lagerung auf der Baustelle über die Erstellung und Nutzung von Bauwerken bis zum Abbruch (z.B. RFID-gestützte Gewerkesteuerung, Steuerung und Dokumentation von Prozessen).

Das Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen der Technischen Universität Darmstadt betreibt Forschung im Bereich der Ortung und Navigation für Personen innerhalb von Gebäuden. In diesem Rahmen entstand ein RFID-Wartungs-Leitsystem, das am Beispiel von Brandschutzelementen (Feuerlöscher, Brandmelder etc.) die Arbeit von Wartungspersonal wesentlich verbessern soll.

Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts „Bauen mit RFID-Technik“ sollen basierend auf den bisherigen Ergebnissen Vorschläge für Standards zur zeitnahen Umsetzung verschiedener Applikationen in der Baubranche entwickelt werden.

1 Ausgangssituation

Nachdem in den vergangenen Teilprojekten¹ der ARGE RFIDimBau getrennt, aber koordiniert entwickelte Applikationen zur Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation der jeweiligen Teilprojekt-Prozesse entwickelt wurden, sollen nun im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes „Bauen mit RFID-Technik“ Vorschläge für Standards innerhalb eines Gesamtkonzeptes zur Verzahnung der bereits vorhandenen Prozessdaten entwickelt und die Anbindung der Daten an die in der Praxis verwendeten IT-Infrastrukturen und bestehenden Klassifizierungssysteme und Artikelkataloge ermöglicht werden. Anhand ausge-

¹ Informationen zu den abgeschlossenen Projekten unter www.RFIDimBau.de

wählter Beispielapplikationen sollen die entwickelten Lösungsvorschläge praxisnah demonstriert werden.

Die verschiedenen Lösungen werden durch die beteiligten Hochschulen und ihre Praxispartner gemeinsam erarbeitet, um so den Praxisbezug zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten. Unterstützt wird das Forschungsprojekt außerdem vom Hauptverband der deutschen Bauindustrie und dem Zentralverband des deutschen Baugewerbes (vgl. Bild 1). Weiterhin dienen die Verbände und Praxispartner als Multiplikatoren bei der Verbreitung und Etablierung der Ergebnisse.



Bild 1: Praxispartner im Projekt „Bauen mit RFID-Technik“

Finanziell wird dieses Forschungsprojekt mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) gefördert. Der Projektstart erfolgte im Dezember 2012.

2 Gesamtziel des Gemeinschaftsprojektes

Die bisher erarbeiteten Lösungen der Forschungseinrichtungen waren aufeinander abgestimmt, arbeiten jedoch eigenständig. Damit die Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation von Prozessen entlang der Wertschöpfungskette durchgängig und prozessübergreifend gewährleistet werden kann, müssen Schnittstellen zwischen verschiedenen Bausoftwarelösungen² sowie bestehenden CAD-, Baufortschrittsplanungs- und AVA-Anwendungen definiert werden. Nur durch die Entwicklung von Standards zur Datenspeicherung, zum Datenaustausch und für die notwendigen Softwareschnittstellen kann eine projektübergreifende Nutzung der bisher erfassten Prozessdaten erreicht werden.

Die Umsetzung dieses Gesamtkonzeptes bildet die Grundlage für die erweiterte Dokumentation der Prozessdaten und einen durchgängigen Informationsfluss entlang der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus eines Bauwerks. Durch die Gesamtheit der daraus bereitstehenden Daten lassen sich weitere neue Anwendungsmöglichkeiten über den gesamten Lebenszyklus realisieren, wie z. B. schnelle Schadstoffkontrollen durch

² Beispielsweise DEBT (Digitales erweitertes Bautagebuch), intelligentes Bauteil, BIM.

Einbeziehung der Bauteileigenschaften, Ortungs- und Navigationsfunktionen für Gebäudebetreiber und -nutzer auf Basis der digitalen Gebäudedaten, Sanierungskonzepte etc.

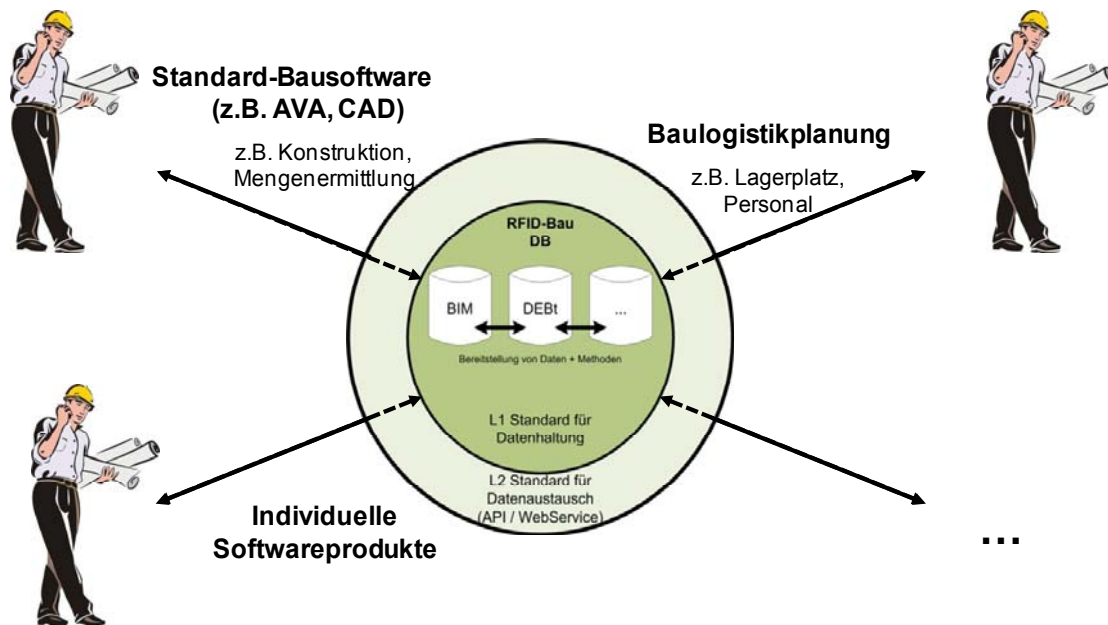


Bild 2: Verknüpfung verschiedener Softwareanwendungen mit den zu entwickelnden Standards

Sobald die Datenablage, -formate und der Detaillierungsgrad der abzulegenden Daten sowie die Transferstandards festgelegt sind, können die bereits entwickelten Applikationen der Teilprojekte weitere Informationen einlesen bzw. nutzen (vgl. Bild 2). Diese Entwicklung erlaubt zudem die Optimierung des Informationsflusses über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Beispielsweise kann durch die Verknüpfung der Planwelt mit der Realwelt eine Dokumentation zusätzlicher Prozessdaten aus der Bauproduktion die vollständige Dokumentation des Bauablaufs von der Baulogistik bis zur Errichtung im DEBt ermöglichen. Zusätzlich erzeugte dynamische Daten hinsichtlich der geforderten Nachweise zur EnEV und zum Nachhaltigen Bauen können im intelligenten digitalen Gebäudemodell (BIM) dokumentiert werden. Sowohl digitale Gebäudemodelle als auch intelligente Bauteile können somit neben den Bauproduktions- und Nutzungsdaten auch Wartungsdaten und baulogistische Daten enthalten.

Durch dieses Gesamtkonzept sollen für die deutsche Bauwirtschaft ein Wissenszuwachs und eine Erhöhung der Qualitätsstandards ermöglicht werden. Mittels der gewonnenen Erkenntnisse im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovationen kann eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit im europäischen Binnenmarkt erreicht werden.

3 Der Weg in die Praxis

Allein die Entwicklung von Standards und Schnittstellen wird die Projektidee und die daraus entwickelten Anwendungen bzw. Applikationen nicht in der Praxis etablieren. Aus diesem Grund wurde ein Konzept erarbeitet, wie mit Hilfe der Praxispartner, vor allem aber der Verbände die Verwendung der RFID-Technik im Bauwesen weitere Verbreitung finden kann. Die aus diesem Konzept resultierende Öffentlichkeitsarbeit nimmt einen großen Anteil in der Projektbearbeitung ein.

3.1 Demonstrationsmodul

Ein wichtiger Bestandteil des Konzepts zur Öffentlichkeitsarbeit ist die Entwicklung und Ausstattung eines Demonstrationsmoduls. In einem eigens entworfenen Container werden ausgewählte Applikationen auf verschiedenen Wegen vorgestellt:

- Durch Poster und Anschauungsobjekte kann der Besucher selbst einen Überblick über die Funktionsweise der RFID-Technik und die Projektideen gewinnen. Die Inhalte werden dabei so aufgearbeitet, dass sie auch für Laien verständlich sind.
- Im Container wird außerdem ein eigens für das Projekt erarbeiteter Film (vgl. Abschnitt 3.2) gezeigt, der die Ideen veranschaulicht und vertieft.
- Wichtigstes Element soll das eigene Erleben der RFID-Technik im Bauen sein. Dazu werden verschiedene Handlesegeräte, mit Transpondern getaggte Elemente und dazu passende Applikationen ausgestellt, so dass der Besucher die einzelnen Anwendungsfälle selbst ausprobieren und praktisch erleben kann.

Die Kombination dieser drei Bausteine erlaubt es, unterschiedlichsten Besuchergruppen, vom Schüler über Handwerker bis hin zum Vorstand von Bauunternehmen Zugang zu den Entwicklungen der ARGE RFIDimBau zu gewinnen und den Nutzen zu erleben.

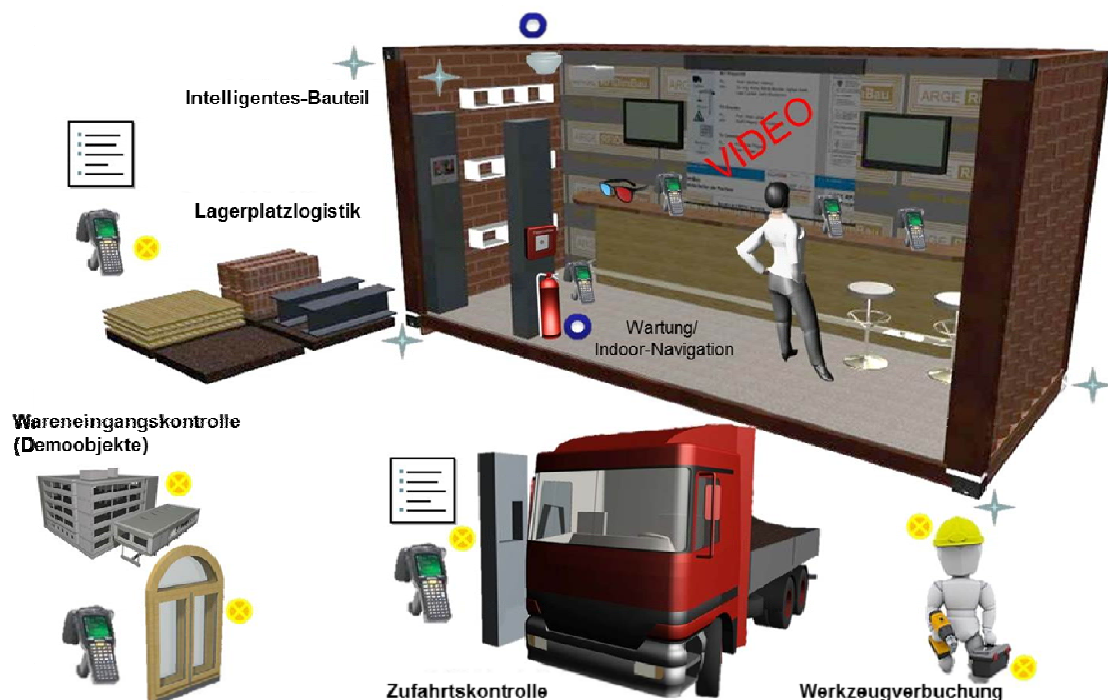


Bild 3: Vorentwurf zum Demonstrationsmodul und der darin gezeigten Applikationen (Stand 04/2013)

Der Ausstellungscontainer befindet sich derzeit noch in der Entwicklung und soll bis Ende 2013 fertiggestellt sein.

3.2 Film zum Forschungsprojekt

Neben dem praktischen Erleben der RFID-Technologie im Demonstrationsmodul wird ein Film erarbeitet, in dem die Ideen aus dem Forschungsprojekt und ihre Umsetzung in die Praxis gezeigt werden sollen.

Dargestellt wird zunächst die aktuelle Situation im Bauwesen, wo häufig Informationen verloren gehen, immer wieder neu erzeugt und in manchen Fällen überhaupt nicht erfasst werden. Als Lösung wird die RFID-Technik in Verbindung mit BIM-Methoden gezeigt. Anhand des Bauprojektes „Meandris“³ in Frankfurt werden die verschiedenen Phasen der Planung und Ausführung, aber auch Anwendungsszenarien aus der Nutzungsphase in realen Sequenzen und ergänzenden Animationen präsentiert. Dabei wird besonders die Durchgängigkeit der entstehenden Daten und das Zusammenwirken der verschiedensten Applikationen hervorgehoben. Außerdem werden die Vorteile der gemeinsamen Anwendung von BIM-Methoden und RFID-Technik an konkreten Beispielen verdeutlicht.

Der Film soll dabei alle Anwendergruppen der RFID-Technik ansprechen – vom Werker auf der Baustelle bis hin zur Unternehmensführung, die über die Einführung der RFID-Technik entscheidet. Gezeigt werden soll der Film in Unternehmen, auf Messen, Tagungen sowie in Ausbildungsstätten. Er wird außerdem über die Projektwebsite www.RFIDimBau.de verfügbar sein.

Die Entwicklung des Drehbuchs zum Film ist bereits abgeschlossen. Aktuell wird das Gebäudemodell für den Film aufgearbeitet und die animierten Szenen umgesetzt. Der Dreh der Realszenen erfolgt im Sommer 2013. Die Vorstellung des Films ist im November 2013 geplant.



Bild 4: MEANDRIS, Europaviertel Frankfurt am Main, Copyright: Strabag Real Estate

³ <http://meandris.de/>, ein Projekt der STRABAG Real Estate GmbH

3.3 Präsentation der Ergebnisse

Sobald die Arbeiten am Demonstrationsmodul und am Film zum Forschungsprojekt abgeschlossen sind, werden diese deutschlandweit präsentiert. Dabei werden Ausbildungsstätten, Verbände, Unternehmen, aber auch Tagungen und Messen besucht und das Projekt vorgestellt. Im Anschluss kann das Demonstrationsmodul auf Wunsch für einige Zeit vor Ort verbleiben, um weiteren Interessenten den Besuch zu ermöglichen.

Sowohl Film als auch Demonstrationsmodul sind dabei so gestaltet, dass das Grundverständnis auch ohne Einführung durch die Mitglieder der Forschungsgruppe möglich ist. Für vertiefte Informationen und Tests mit der ausgestellten Hard- und Software stehen die ARGE RFIDimBau-Mitglieder nach Absprache zur Verfügung.

Ab Mitte 2014 werden auch die Ergebnisse der Forschungsarbeit, also Vorgaben zur Datenerfassung und Datenhaltung, sowie für die Schnittstellen zwischen den Applikationen aber auch externen Anwendungen (vgl. Abschnitt 2) durch Veröffentlichungen in der Fachpresse, auf Tagungen etc. vorgestellt.

4 Literaturverzeichnis / Forschungsberichte der bisherigen Teilprojekte

- [1] HELMUS, M., KELM, A., LAUSSAT, L., MEINS-BECKER, A. 2009. RFID in der Baulogistik - Forschungsbericht zum Projekt „Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immobilienwirtschaft“, Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- [2] HELMUS, M., KELM, A., LAUSSAT, L., MEINS-BECKER, A. (2011). RFID-Baulogistikleitstand - Forschungsbericht zum Projekt „RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik am Beispiel Baulogistikleitstand für die Baustelle“, Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- [3] JEHL, P., SEYFFERT, S., WAGNER, S. (2011). IntelliBau - Anwendbarkeit der RFID-Technologie im Bauwesen, In: Schriften zur Bauverfahrenstechnik, Vieweg+Teubner Research.
- [4] JEHL, P., SEYFFERT, S., WAGNER, S., MICHAILENKO, N. (2013). IntelliBau 2 - Forschungsbericht zur 2. Forschungsphase, In: Schriften zur Bauverfahrenstechnik, Vieweg+Teubner Research, erscheint voraussichtlich im Frühjahr/Sommer 2013
- [5] RÜPPEL, U., STÜBBE, K.-U. (2010). Kontextsensitives RFID-Gebäude-Leitsystem – Forschungsbericht. Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.
- [6] RÜPPEL, U., STÜBBE, K.-U., ZWINGER, U. (2011). RFID-Wartungs-Leitsystem Brandschutz - Forschungsbericht. Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.

Jens Bossmann

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) – Facility Management
jens.bossmann@kit.edu

Empirische Untersuchung von Instandhaltungskosten gebäude-technischer Anlagen

Kurzfassung: Bedingt durch den erhöhten wirtschaftlichen Druck der vergangenen Jahre sowie rasant ansteigender monetärer Aufwendungen gewinnt die Instandhaltung gebäudetechnischer Anlagen auch bei der öffentlichen Hand sukzessive an Bedeutung [1], [2]. Die hohe jährliche Kostenbelastung der öffentlichen Haushalte ist unter anderem das Resultat jahrzehntelanger Vernachlässigung des Gebäude- und Anlagenbestandes. So wurde die große Bedeutung einer adäquaten Instandhaltung in Form von Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- oder Verbesserungsmaßnahmen über viele Jahre verkannt und resultiert heute in dem vielerorts zu beklagenden Instandhaltungsrückstau öffentlicher Gebäude und Anlagen.

Die aktuelle Situation hat die öffentliche Hand veranlasst, sich aktiv mit den Kosten der Instandhaltung auseinanderzusetzen mit dem Ziel, notwendige Instandhaltungsmaßnahmen zukünftig korrekt planen und bemessen zu können. Hierzu bedarf es fundiertes Wissen über die Abhängigkeiten und Einflüsse auf die Instandhaltungskosten technischer Anlagen im Gebäude [3]. Aus diesem Grund wurde in Kooperation mit dem Arbeitskreis für Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) ein realdatenbasiertes Forschungsprojekt zur Untersuchung der relevanten Einflussfaktoren auf die Kosten der Instandhaltung initiiert [4].

Im Zuge des AMEV - Forschungsprojekts ist es gelungen, einen Datenstamm aufzubauen, der insgesamt 140 Gebäude von 21 verschiedenen Institutionen der öffentlichen Hand umfasst. Im Ganzen konnten auf diesem Wege empirische Realkostendaten zu 14 verschiedenen Gebäudenutzungsarten in Form von nahezu 10.000 Datenbankeinträgen dokumentiert und analysiert werden. Auf dieser Basis war es möglich, umfassende Analysen zu den Abhängigkeiten und Einflüssen auf die Instandhaltung technischer Anlagen in Gebäuden zu gewinnen [5].

1 Einleitung

Die Instandhaltungskosten technischer Anlagen stellen bei öffentlichen Gebäuden einen großen Kostenblock dar. Zur ordnungsgemäßen Bedienung und Instandhaltung ihrer Anlagen muss die öffentliche Hand folglich jedes Jahr immense finanzielle Mittel im Haushaltsplan veranschlagen [4]. Der wirtschaftliche Betrieb, z.B. durch die Minimierung des Energieverbrauchs, die Optimierung der Bauteillebensdauer sowie die Gewährleistung der Versorgungs- und Betriebssicherheit, kann jedoch nur gewährleistet werden, wenn das Budget richtig geplant und den Verantwortlichen zeitgerecht zur Verfügung gestellt wird.

2 Zielsetzung

Erklärtes Ziel des Forschungsprojektes war es, eine wissenschaftlich fundierte Analyse von Abhängigkeiten und Einflussfaktoren auf die Instandhaltung gebäudetechnischer Anlagen durchzuführen, um die Verlässlichkeit und Genauigkeit zukünftiger Budgetberechnungen zu verbessern.

3 Auswertungen und Analysen

Um den Rahmen dieses vorliegenden Forschungsbeitrags nicht zu sprengen, werden nachfolgend nur einige ausgewählte Resultate des Forschungsprojekts beschrieben. Sämtliche dargestellten Auswertungsergebnisse basieren auf Brutto-Kostenwerten, die auf das Jahr 2012 indiziert wurden. Sofern nicht anders vermerkt, beziehen sich die Analyseresultate auf die Summe aller Betriebs- bzw. Instandhaltungskosten inklusive Fremd- und Eigenkosten unter Berücksichtigung von Personal- und Materialkosten. Die Kosten von Verbesserungsmaßnahmen sowie Modernisierungs-, Sanierungs- oder Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen sind explizit nicht enthalten. Sowohl die Fremd- als auch die Eigenkosten der Instandhaltung beinhalten zudem die Kosten der Bedienung (Stellen, Überwachen, Behebung von Störungen). Als Relationsgröße zu den Kostenangaben dient, sofern nicht anders vermerkt, der Wiederbeschaffungswert der gesamten Kostengruppe 400 (Summe der KG 410-490).

3.1 Gesamtinstandhaltungskosten anteilig am Wiederbeschaffungswert

Nach Aufbau und Aufbereitung der Datenbank und ihrer Inhalte wurde in einem ersten Schritt eine Auswertung über das Gesamtportfolio vorgenommen. Hierzu wurden die durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen je Gebäude ermittelt und in Relation zum Wiederbeschaffungswert (WBW) der Kostengruppe 400 gesetzt.

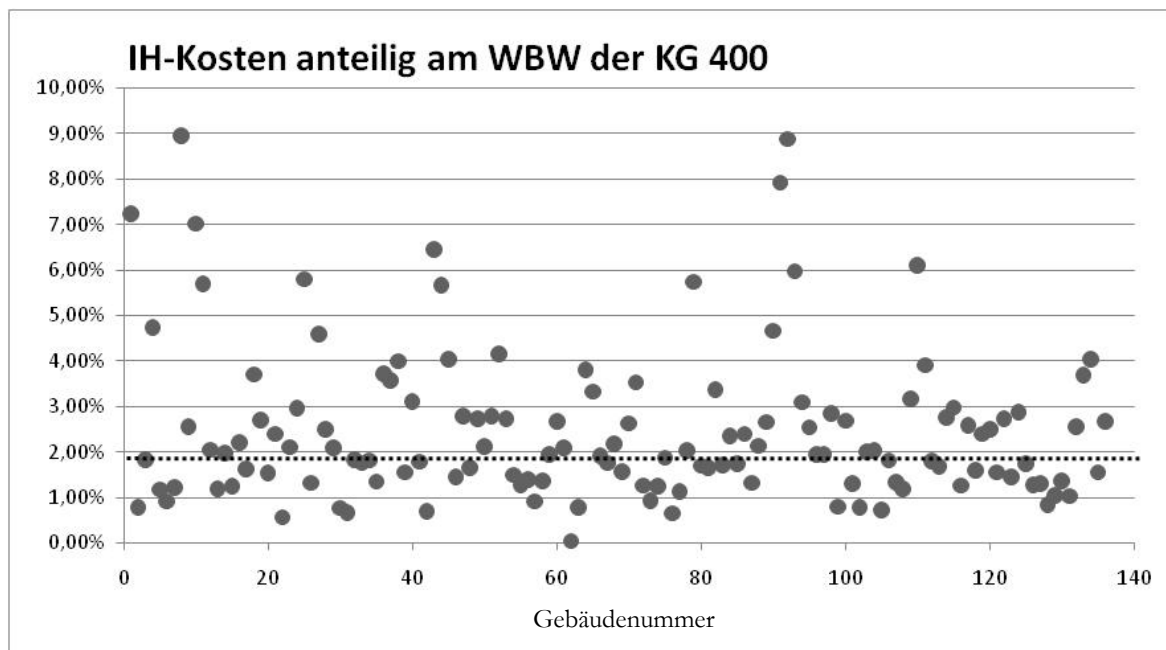


Bild 1: Instandhaltungskosten anteilig am WBW der KG 400 [5]

Entsprechend werden in Bild 1 auf der Y-Achse die Instandhaltungsaufwendungen anteilig am Wiederbeschaffungswert der Kostengruppe 400 in Prozent dargestellt, während auf der X-Achse die Untersuchungsgebäude entsprechend ihrer Gebäudenummer aufgeführt sind. Die Auswertung der Instandhaltungskosten über das Gesamtportfolio hinweg resultiert in einer durchschnittlichen jährlichen Belastung von ca. 1,94 % des Wiederbeschaffungswerts (siehe gestrichelte Linie). Die individuellen, gebäudespezifischen Werte variieren dagegen in einem vergleichsweise großen Bereich von ca. 0,5 % bis nahezu 9 % des Wiederbeschaffungswerts.

Bei differenzierter Betrachtung der Verteilung der Jahresdurchschnittswerte wird jedoch deutlich, dass die Mehrheit (ca. 80 %) aller Untersuchungsgebäude in einem Wertebereich von 0,5 % bis 3,0 % liegt, während die Anzahl der Gebäude, die einen deutlich höheren Wert aufweist, weitaus geringer ausfällt.

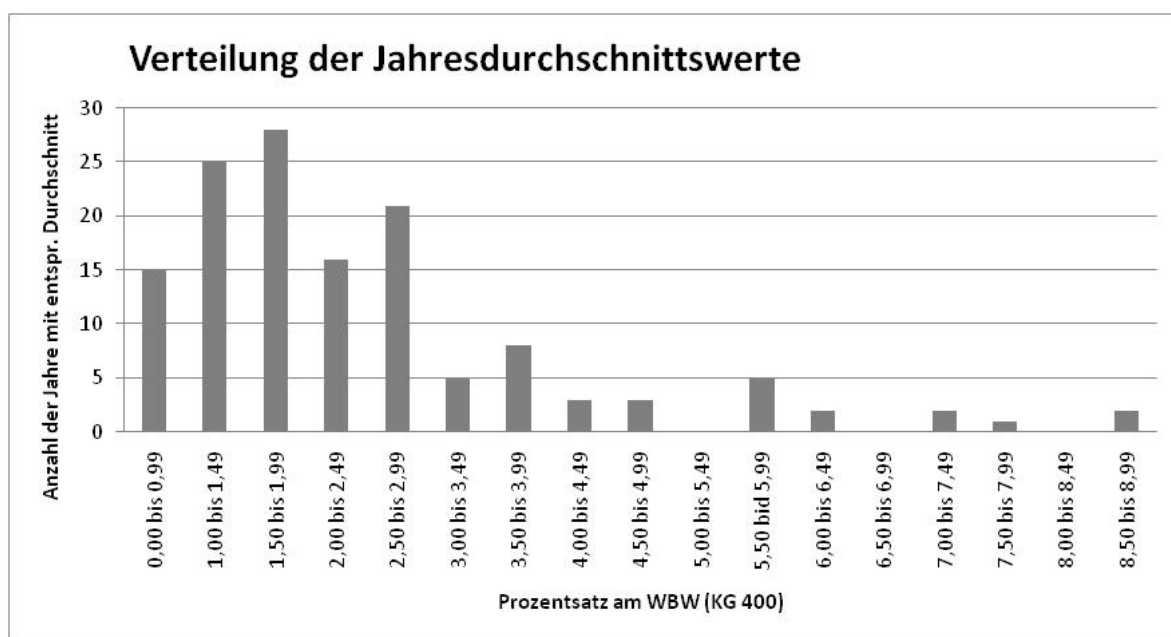


Bild 2: Verteilung der Jahresdurchschnittswerte anteilig am WBW [5]

3.2 Instandhaltungskosten in Relation zur Gebäudefläche

In der Literatur wird die Gebäude- bzw. Anlagengröße häufig als mögliche relevante Einflussgröße auf die zu erwartenden Instandhaltungskosten genannt [6], [7], [8]. Der unter Kapitel 3.1 aufgeführten Auswertung der Instandhaltungskosten des Gesamtportfolios wurde daher nachfolgend die Gebäudefläche als weitere Dimension hinzugefügt.

Die Dimension der dargestellten Blasen veranschaulicht die Gebäudegröße in Relation zur Bruttogrundfläche (BGF) in m². Bei Betrachtung der Verteilung und der entsprechenden Blasengrößen lässt sich jedoch keine eindeutige Aussage, beispielsweise bezüglich der oben erwähnten Extremwerte (über 3 % und unter 0,5 %), treffen.

So sind die identifizierten Extremwerte weder ausschließlich besonders kleinen noch besonders großen Bauwerken zuzuordnen.

Eine Auffälligkeit bezüglich der oberen Ausreißer ist dennoch zu erkennen. So handelt es sich ausschließlich um kleine und mittelgroße Bauwerke, die anteilige Werte von über 4,0 % am Wiederbeschaffungswert aufweisen, während die sehr großen Gebäude ausschließlich unterhalb der 4,0 % - Linie liegen. Ungeachtet dieser Auffälligkeit konnte jedoch anhand des vorliegenden Untersuchungsergebnisses keine eindeutig positive oder negative Korrelation zwischen der Bauwerksgröße in Form der Bruttogrundfläche und der Höhe der anteiligen Kosten am Wiederbeschaffungswert festgestellt werden.

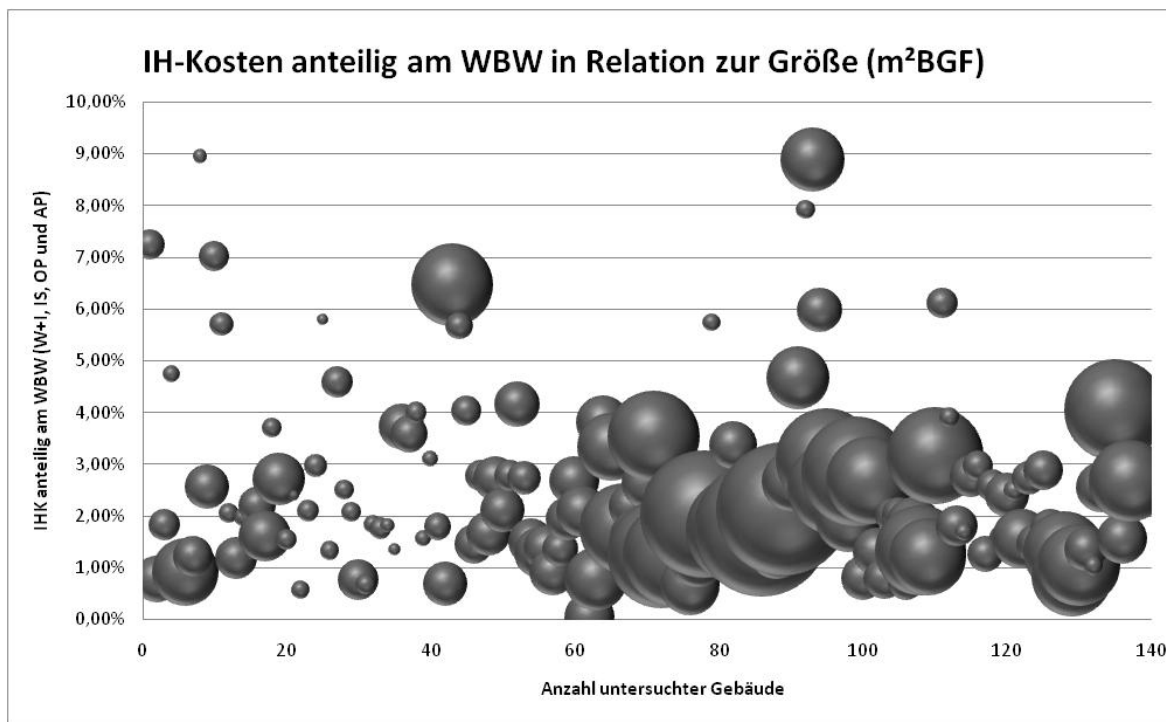


Bild 3: Instandhaltungskosten anteilig am WBW in Relation zur Bruttogrundfläche [5]

3.3 Instandhaltungskosten in Relation zur Gebäudenutzung

Neben der Gebäudegröße wird in der Fachliteratur zudem die Gebäudenutzung als weitere wichtige Einflussgröße auf die zu erwartenden Instandhaltungskosten aufgeführt [9], [10], [11]. Die Intensität der Abnutzung durch den nutzungsspezifischen Gebrauch eines Bauwerks und die in diesem Zusammenhang erforderlichen Gebäudespezifikationen führen demnach häufig zu differenzierten Instandhaltungsaufwendungen [12].

Das neu generierte Untersuchungsportfolio umfasst verschiedene typische Gebäudenutzungsarten der öffentlichen Hand. So führt die Datenbank unter anderem Instandhaltungskosten zu Büro- und Verwaltungsbauten, Schulbauten, Kindertagesstätten, Instituts- und Lehrgebäuden, Forschungs- und Laborgebäuden, und Feuerwehrbauten auf.

Entsprechend wurde eine weitere Auswertung der Instandhaltungskosten des Gesamtportfolios, differenziert nach der jeweiligen Gebäudenutzung, ausgeführt. Bild 4 zeigt das Ergebnis.

Anteilig am Wiederbeschaffungswert der Kostengruppe 400 weisen Schwimmhallen mit 1,50 %, Instituts- / Lehrgebäude mit 1,52 %, Mensen mit 1,71 % und Forschungs- / Laborgebäude mit 1,76 % die niedrigsten Durchschnittswerte auf, während Schulgebäude mit 2,63 %, Büro- / Verwaltungsgebäude mit 2,64 % bzw. 2,97 %, Feuerwehrgebäude mit 2,78 % und Stadthallen mit 3,47 % die höchsten Werte verzeichnen. Die Reihenfolge überrascht, da insbesondere Schwimmhallen und Laborgebäude gemeinhin als besonders kostenintensive Nutzungsarten bezogen auf die Instandhaltung gelten. In Relation zum Wiederbeschaffungswert der Kostengruppe 400 liegen aber gerade jene Nutzungsarten am unteren Ende der ermittelten Skala. Gleichzeitig überraschen Büro- / Verwaltungsbauten, Feuerwehrbauten und Schulgebäude mit Werten am oberen Ende der Skala. Bei der Darstellung der Instandhaltungskosten anteilig am Wiederbeschaffungswert der Kostengruppe 400 gilt es jedoch zu beachten, dass der Prozentsatz keine zwingend verlässliche Aussage über die tatsächlich zu erwartenden „absoluten“ Instandhaltungskosten ermöglicht.

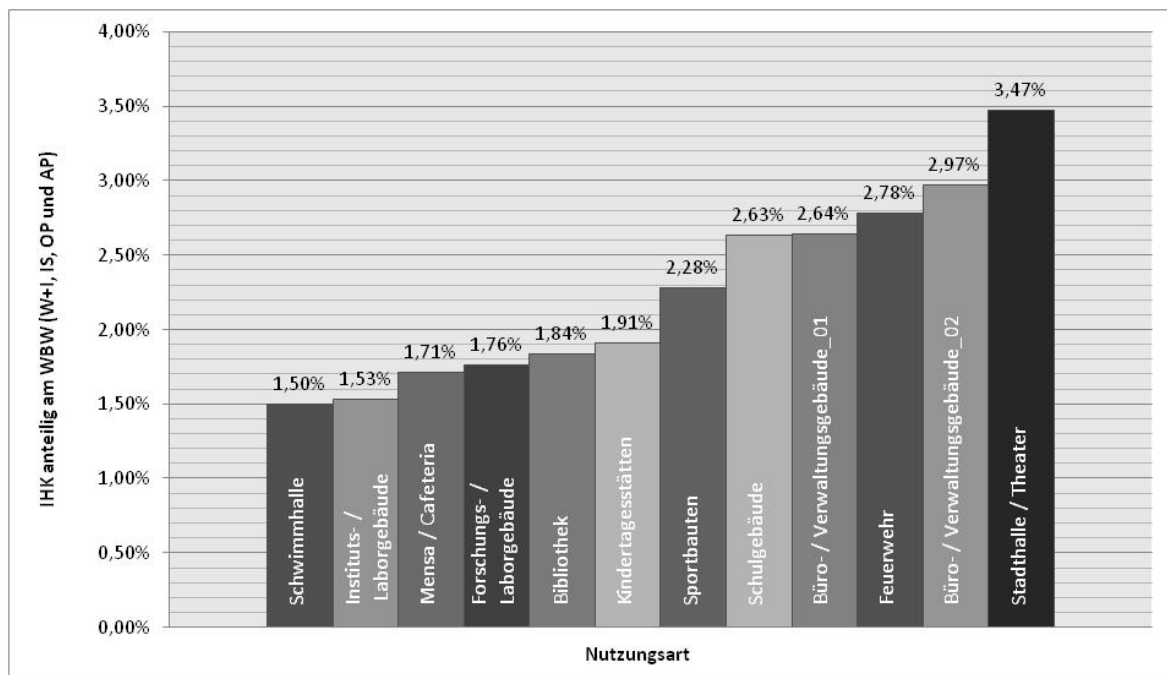


Bild 4: Instandhaltungskosten anteilig am WBW in Relation zur Nutzungsart

Aus diesem Grund wurde die Auswertung erneut jedoch in Relation zur Bruttogrundfläche (BGF) des jeweiligen Gebäudes durchgeführt. Die resultierende Kostenspanne aller Nutzungsarten beginnt nun bei ca. 6 €/m² BGF für Feuerwehrbauten und endet bei knapp 16 €/m² BGF für Forschungs- / Laborbauten. Die Reihenfolge der Nutzungsarten weicht nunmehr grundlegend von der wiederbeschaffungswertbasierten Auswertung ab (siehe Bild 5). Beispielsweise weisen Forschungs- / Laborgebäude trotz des niedrigen Kennwerts anteilig am Wiederbeschaffungswert tatsächlich den höchsten Kostenwert in Relation zur Fläche auf. Bei den Feuerwehrgebäuden verhält sich dieser Sachverhalt dagegen genau umgekehrt.

Die Staffelung der Instandhaltungskosten in Relation zur Bruttogrundfläche des Gebäudes spiegelt demnach eher die Erwartungen wider. Bei der Darstellung des Ergebnisses in Form des Prozentwerts anteilig am Wiederbeschaffungswert bleibt daher zu beachten, dass die nutzungsspezifische durchschnittliche Höhe des Wiederbeschaffungswerts zwar zu einem individuellen – der Nutzungsart entsprechenden – Kostenverhältnis führen kann, jedoch nicht zwingend einen direkten Rückschluss auf die Höhe der zu erwartenden Instandhaltungskosten zulässt.

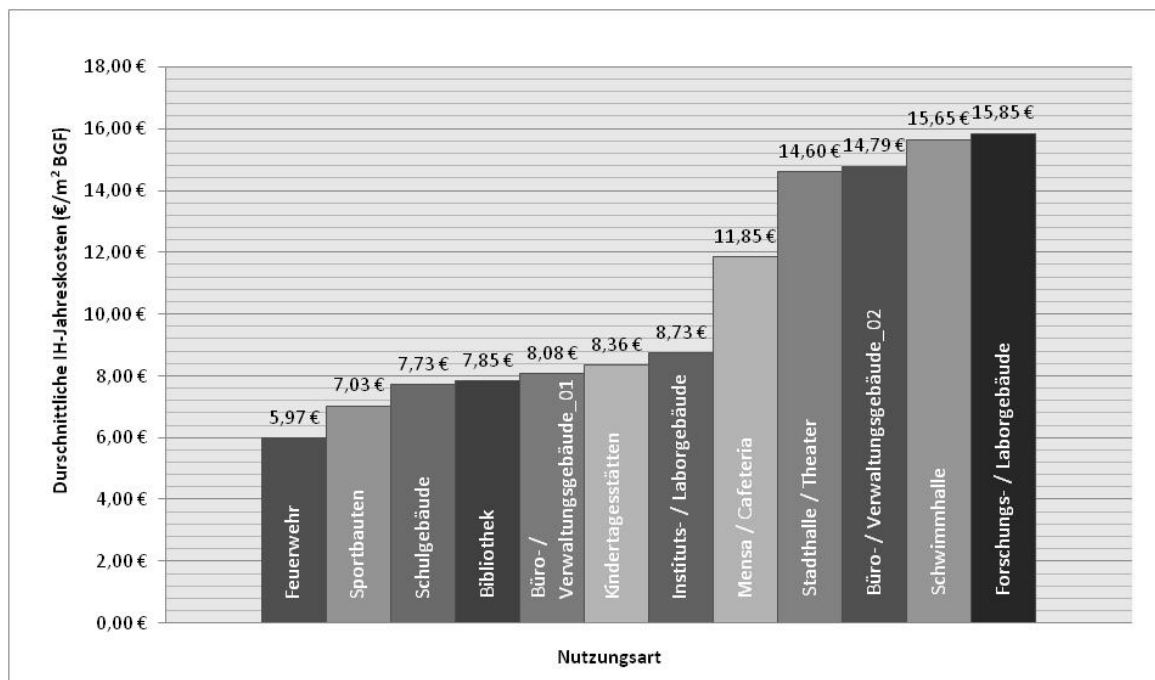


Bild 5: Instandhaltungskosten (€/m² BGF) in Relation zur Nutzungsart

Dieser Sachverhalt spiegelt sich im Ergebnis der Auswertung in Bild 6 wider. Hierzu wurden im ersten Schritt die durchschnittlichen Wiederbeschaffungswerte (KG 400) aller Nutzungsarten in Relation zur Gebäudegrundfläche (BGF) ermittelt. Die hieraus resultierenden Werte variieren von ca. 200€/m² BGF bis zu ca. 1.000 €/m² BGF. Im zweiten Schritt wurde den verschiedenen Gebäudenutzungsarten der jeweilige Durchschnittswert der Instandhaltungsaufwendungen, anteilig am Wiederbeschaffungswert in Prozent, zugeordnet.

Anhand der dargestellten „Extremwerte“ lässt sich der oben aufgeführte Sachverhalt leicht nachvollziehen. Die Feuerwehrgebäude weisen demnach zwar eine vergleichsweise hohe Instandhaltungsbelastung in Prozent am Wiederbeschaffungswert auf (2,78 %), da ihr Durchschnittswert bezogen auf den Wiederbeschaffungswert je m² BGF jedoch sehr niedrig ausfällt (ca. 220 €/m² BGF), werden die absolut anfallenden Kosten eher niedrig ausfallen. Die Schwimmhallen verfügen dagegen über den niedrigsten Kennwert in Prozent am Wiederbeschaffungswert (1,50 %), liegen jedoch in Bezug auf den Wiederbeschaffungswert je m² BGF dagegen am oberen Ende der Skala (ca. 1.050 €/m² BGF).

Aufgrund des vielfach höheren Wiederbeschaffungswerts je Quadratmeter Bruttogrundfläche für Schwimmhallen fallen folglich die absolut aufzuwendenden Kosten, ungeachtet des niedrigen Kennwerts in Prozent am Wiederbeschaffungswert, deutlich höher aus.

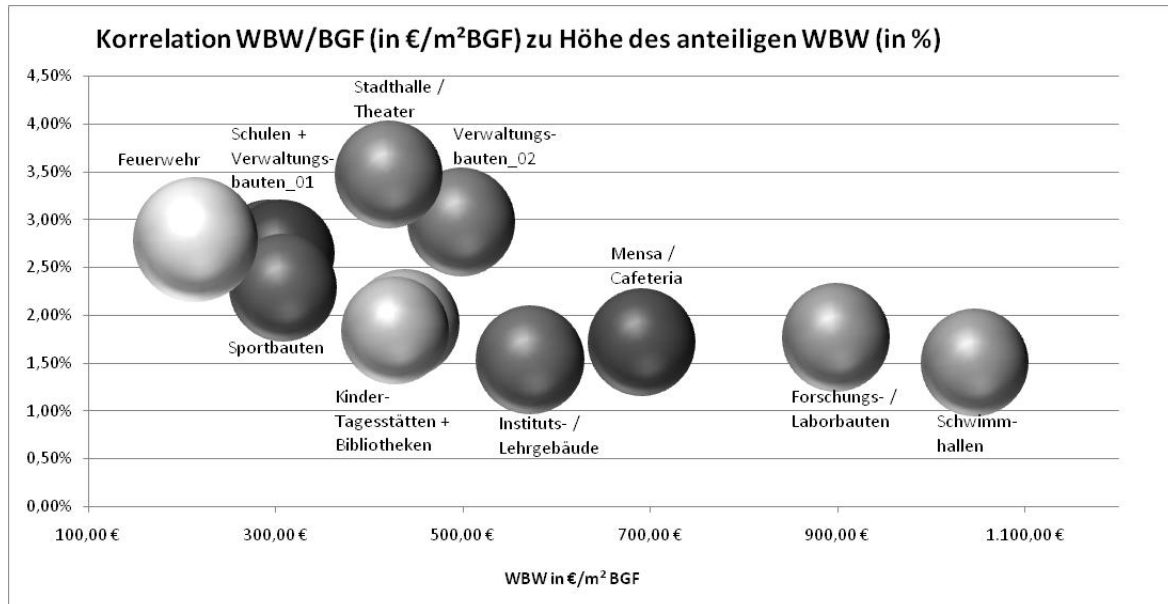


Bild 6: Instandhaltungskosten anteilig am WBW in Relation zur Nutzungsart (geclustert)

4 Fazit

Im Zuge des Forschungsprojekts ist es gelungen, einen einzigartigen Datenstamm aufzubauen, der insgesamt 140 Gebäude von 21 verschiedenen Institutionen der öffentlichen Hand umfasst. Im Ganzen konnten auf diesem Wege empirische Realkostendaten zu 14 verschiedenen Gebäudenutzungsarten in Form von nahezu 10.000 Datenbankeinträgen dokumentiert und analysiert werden. Auf dieser Basis war es unter anderem möglich, verschiedene potenzielle Einflussfaktoren auf die Instandhaltung zu untersuchen und zu bewerten.

Die Erstellung der neuen Datenbank sowie deren Auswertungen in Form zahlreicher Analysen offenbarten jedoch gleichfalls Defizite und Schwächen, an denen auch in Zukunft weiter gearbeitet und geforscht werden sollte. So bedarf es auch kontinuierlicher Bemühungen, die korrekte und dauerhafte Datenerfassung in der Instandhaltungspraxis zu fördern und zu fordern. Die Datenerhebung im Rahmen des Projekts hat hier große qualitative und quantitative Unterschiede bei den verschiedenen Datenspendern dokumentiert. Des Weiteren ist es wünschenswert, zukünftig weitere vergleichbare Untersuchungen in der Art dieses Forschungsberichts durchzuführen, um die Ergebnisse zu aktualisieren und zu validieren.

5 Literaturverzeichnis

- [1] USEMANN, K. UND BREUER, S. (2004). „Technische Gebäudeausrüstung – Problemstellungen, Aufgaben und Lösungen. Stuttgart, W. Kohlhammer, S.4
- [2] GERDES, N. (2012). „FM Benchmarking Bericht - Die Technik und ihr Betrieb sind teurer geworden“. In Immobilien Zeitung (IZ) – Nr. 19, S.11
- [3] OSWALD, R. UND PALAND, S. (2003). „Systematische Instandsetzung und Modernisierung im Wohnungsbestand“. In: AlBau – Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH, Aachen, Fraunhofer-IRB-Verlag
- [4] BAHR, C., BOSSMANN, J. UND LIERS, J. (2012). "Kostenplanung für das Betreiben von technischen Anlagen" In: Tagungsband Management Messe und Kongress, Frankfurt, Veranstalter: MESAGO Messe Frankfurt GmbH, Stuttgart, S. 149
- [5] BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2013). „Kosten- und Personalbedarf für das Betreiben technischer Anlagen“. Auftragsforschung im Auftrag des BBSR im BBR – Zukunft Bau
- [6] SCHUB, A. UND STARK, K. (1985). „Life Cycle Cost von Bauprojekten, Methoden zur Planung von Folgekosten“. In: Schriftenreihe der Gesellschaft für Projektmanagement, Verlag TÜV Rheinland, Köln
- [7] SIMONS, K. UND HIRSCHBERGER, H. (1987). „Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen“. In: Abschlussbericht einer Forschungsarbeit im Auftrage des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Braunschweig
- [8] ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS (2005), "Review of maintenance costs", Serial 341 BMI (Building Maintenance Information), special Report, RICS, London
- [9] BURIANEK, P. (1973), "Folgekosten bei Gebäuden", Dissertation an der Technischen Universität München, Fakultät für Bauwesen, München, S. 30
- [10] KOMMUNALE GEMEINSCHAFTSSTELLE FÜR VERWALTUNGSVEREINFACHUNG, (1984), „Richtwerte und Gestaltungsvorschläge zur Mittelbemessung, Maßnahmenplanung und Mittelbereitstellung“. In: KGSt - Bericht Nr. 9/1984, S. 22
- [11] IFMA, (2005), „Benchmarking Report 2005“, herausgegeben von der IFMA Deutschland e. V., Karlsfeld bei München
- [12] BAHR, C. (2008), „Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten – Ein Beitrag zur Budgetierung“, In: Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe

Jens Bredehorn

Bergische Universität Wuppertal, LuF Baubetrieb und Bauwirtschaft
bredehorn@uni-wuppertal.de

BIM – Modellbasierte Koordinationsprozesse über den Lebenszyklus eines Bauwerkes

Kurzfassung: Durch die immer weiter fortschreitenden Möglichkeiten im Planungsprozess wird es zunehmend schwieriger, die Disposition zwischen den Einzeldisziplinen verifizierbar zu koordinieren. Die Begleitung des ganzheitlichen Bauwerksmodells über den Lebenszyklus eines Gebäudes bietet die Möglichkeit, nachhaltige Prozesse nachvollziehbar im Datenmodell zu ergänzen und zu analysieren. Der Ansatz von intelligenten Bauwerksmodellen ist es, innovative, nachhaltige und kosteneffiziente Gebäude und bauliche Anlagen zu schaffen, in denen moderne IT-Lösungen mit durchgängiger Datennutzung für integrierte Prozesse genutzt werden. Nicht zuletzt wird auch das Projektmanagement vorangehend dynamischer und bringt jede Menge Komplexitäten in die Abwicklung von Bauprozessen, die mit geeigneten informationsbasierten Methoden beherrschbar werden. Die objektorientierte Virtualisierung von Bauwerken macht Projektrisiken frühzeitig transparent und somit beherrschbar. Die zyklische Struktur von Informationsmodellen und das Arbeiten mit neuen Methoden und den dazugehörigen Iterationen bieten die Gelegenheit zur Überprüfung und konsistenten Anpassung der Planungs- und Bauprozesse.

1 BIM im komplexen Planungsprozess

Die Anwendung von BIM-Methoden (Building Information Modeling) auf das ganzheitliche Planen soll frühere und bessere Entscheidungsfindungen in Bauprojekten ermöglichen, um damit eine größere Effektivität für den Lebenszyklus eines Gebäudes realisieren zu können. BIM stellt für den Planungsprozess eine offene Plattform für alle beteiligten Disziplinen im Umfeld des Gebäudes bereit. Alle Nutzer haben jederzeit Zugriff auf aktuelle, konsistente Daten und können damit verifizierbar ihre erforderlichen Prozesse planen. Das virtuelle Bauwerksmodell steht dabei für die digitale Abbildung aller physikalischen und funktionalen Eigenschaften, von der Grundlagenermittlung über die Planung und Herstellung, über den Betrieb mit den erforderlichen Wartungs-/Umbaumaßnahmen bis hin zum Rückbau.

Building Information Modeling beschreibt dabei einen Prozess, der wiederum aus vielen Teilprozessen besteht. Ein Teilprozess ist dabei die Datenkommunikation zwischen den einzelnen Gewerken. Zwischen den am Bau beteiligten Disziplinen steht der Koordinator, er steuert und kommuniziert die modellorientierten Gebäudeinformationen. Das Modellieren von Gebäuden soll den Lebenszyklus eines Bauwerks in hoher Qualität, Effizienz, Sicherheit und in Übereinstimmung mit der nachhaltigen Entwicklung unterstützen [1].

Das Arbeiten mit der BIM-Methode ermöglicht zum Beispiel [1]:

- Unterstützung von Investitionsentscheidungen durch den Vergleich von Funktionalität und dem Umfang der Kosten.
- Energie, Umwelt und Lebenszyklus-Analysen für Vergleichsbetrachtungen, Entwurf und für darauf folgende Lösungen im Facility Management.

- Visualisierung und Analysen von Bau-Machbarkeiten.
- Verbesserung des Datenaustauschs, der Qualitätssicherung und eines effektiveren und effizienteren Entwurfsprozesses.
- Nutzung von Daten des Bauvorhabens während der Baumaßnahmen und der Facility Management-Aktivitäten.

Damit die Bauwerksmodellierung erfolgreich genutzt werden kann, müssen projektspezifische Prioritäten und Anforderungen für die Modelle und deren Anwendung festgelegt werden. Die Anforderungen müssen auf Grundlage der allgemeinen Voraussetzungen und der Projektziele definiert und dokumentiert werden. Zu den allgemeinen Grundsätzen des Building Information Modeling gehören im Folgenden [1]:

- Entscheidungsprozesse im Projekt zu unterstützen.
- Die Verpflichtung der jeweiligen am Bau beteiligten Parteien, die Projektziele durch das Arbeiten mit BIM-Methoden zu erreichen.
- Planungslösungen zu visualisieren und zu simulieren.
- Die Planung zu unterstützen und zu koordinieren.
- Die Qualität des Bauprozesses und somit des Endprodukts zu erhöhen.
- Die Prozesse während der Bauphase effektiver auszubauen.
- Die Projektsicherheit des Gebäudes zu verbessern.
- Die Kosten und Bauzeiten des Projekts abzusichern.
- Die Übertragung von Projektdaten ins Datenmanagement während der Bau- und Betriebszeit zu unterstützen.

2 Der Wandel erfordert agile Veränderungen

Mit der Abwandlung von der herkömmlichen 2-dimensional orientierten Planungsweise zur intelligenten informationsbasierten und objektorientierten Planungsmethode erweitern sich auch die Möglichkeiten – Planungsabläufe können simuliert und vorhergesagt werden, Änderungen können konsistent und schnell in die Planung integriert werden und Informationen können während der Gebäudebewirtschaftung genutzt werden, nicht zuletzt mit Hinblick auf den Rückbau des Bauwerkes. Um eine Veränderungsmaßnahme durchzuführen, werden Ansätze benötigt, die neue Methoden und Prozesse aufbringen und in den Planungsablauf konsistent integrieren. Im letzten Jahrzehnt wurden speziell in der Softwareentwicklung mit agilen Entwicklungsmethoden Erfahrungen gemacht. Im Maschinen- und Schiffsbau wurden schon in den 1990er Jahren informationsbasierte IT-Methoden in den Planungsprozess integriert. Letztendlich liegen funktionierende, intelligente Prozesse vor, die auch für die Baubranche genutzt werden können. Um diese Prozesse konsistent zu nutzen, muss das Projektmanagement sich auf die Systemänderung einstellen und auf den Wandel reagieren.

2001 wurde eine Wertebasis – das Agile Manifesto aus verschiedenen Projektmanagementmethoden in der IT-Branche entwickelt, die sich unter dem Dach „Agile“ versammelt und auf den durch den Wandel im Planungsprozess veränderten Projektmanagementansatz übertragbar ist.

Sinngemäß sagt die „agile Wertebasis“ folgendes [2]:

- Personen und Beziehungen sind wertvoller als Prozesse
- Funktionierende Projektergebnisse sind wertvoller als umfangreiche Dokumentation
- Zusammenarbeit mit den Kunden ist wertvoller als Vertragsverhandlungen
- Auf Änderungen zu reagieren ist wertvoller als einem Plan zu folgen

Jedes bauspezifische Projekt setzt Agilität voraus – die am Projektbeteiligten Disziplinen müssen flexibel auf Planungsänderungen reagieren, müssen innovativ sein und Vorschläge machen.

Mit der Einführung von Building Information Modeling in den Planungsalltag sind vorhandene Lösungen greifbar und stehen zur Anwendung bereit. Wenn diese Veränderung in der Planung anwendbar durchgesetzt werden soll, müssen Unternehmen Veränderungen durchführen. Die BIM-Methode ist ein komplexes adaptives System. Adaptiv bedeutet hierbei, dass die Unternehmen, die sich auf den neuen Methoden anpassen, selbst mit Veränderungen auf Veränderungen reagieren [2]. Verfolgt man die internationale Einführung der BIM-Methoden als feste Planungsgrundlage, scheint es nur noch eine Frage der Zeit zu sein, wann sich die BIM-Methode im deutschsprachigen Raum als Planungsvoraussetzung hervorhebt.

Durch die BIM-Methode und einer geeigneten Koordination ist dies möglich und spiegelt die Punkte im „Agilen Manifesto“ im Folgenden wider.

2.1 Wechselwirkung über Beziehungen, Methoden und Werkzeuge

Um ein Projekt zu bearbeiten, muss jede am Bau und in der Bewirtschaftung beteiligte Disziplin sich im Klaren sein, welche Rolle sie in dem jeweiligen Projekt definiert. Ein Projekt ist die Gesamtheit aller Aktivitäten, die den Lebenszyklus eines Bauwerks begleitet. Objektiv betrachtet ist das Projekt erst mit dem Rückbau des Gebäudes als abgeschlossen zu betrachten. Die im Projekt zu bearbeitende Aufgabenstellung ist komplex und benötigt deshalb vielfältige Ressourcen und Fähigkeiten. Die Bearbeitung dieser komplexen Aufgaben erfordert ein klares, methodisches Vorgehen, vorbereitet durch eine detaillierte konsistente Planung. Die Nutzung gemeinsamer Informationen erfordert eine systematische Koordination aller Projektbeteiligten, um deren Methoden, Ressourcen und die daraus resultierenden Informationen optimal zu nutzen. Die Komplexität der hierbei entstehenden Beziehungen wird durch einen BIM-Koordinator, auch BIM-Manager genannt, gesteuert und die Informationen konsistent und nachvollziehbar dokumentiert.

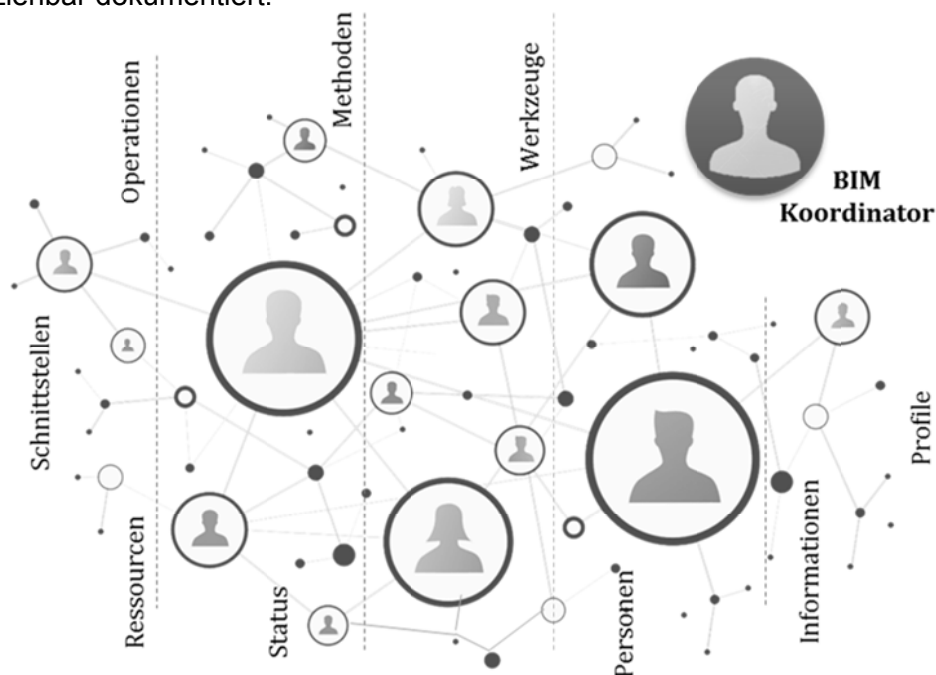


Bild 1: Das Arbeiten mit den neuen Methoden bedeutet Vernetzung

Ein Projekt besteht aus vielen Koordinationsprozessen, die Bewältigung der Komplexität definiert ein erfolgreiches Building Information Management. Komplexität liegt zwischen

Ordnung und Chaos. Ordnung ist anhand derzeit ausgeführter Projekte mit den herkömmlichen Planungsmethoden erkennbar oft gewünscht, aber dieses Modell bildet nicht die Realität ab. Projekte und Prozesse können mit ihren Mitarbeitern den zahlreichen Beziehungen, Abhängigkeiten und Kommunikationskanälen nicht als triviales Ursachen-Wirkungssystem betrachtet werden. Während Chaos unbeherrschbar ist und daher unerwünscht ist, ist Komplexität mit geeigneten vorliegenden Methoden beherrschbar und koordinierbar [2].

Wenn man Methoden disziplinbezogenen Ursprungs geschickt koordiniert, kann etwas entstehen, dass die Eigenschaften der ursprünglichen Ergebnisse aggregiert und verbessert.

2.2 Verifizierbares virtuelles Prozessmanagement

Für jedes Projekt sollte ein BIM-Koordinator ernannt werden. Der Koordinator kann entweder der Projektleiter sein oder vom Projektleiter oder dem Projektmanagement gewählt sein. Der Aufgabenbereich des BIM-Koordinators überschneidet sich sowohl mit den Aufgaben des Projektleiters als auch mit den Aufgaben des Konstruktionsplaners. In vielen Fällen unterstützt der Koordinator beide Parteien in ihren Kernaktivitäten. Darüber hinaus sind die Aufgaben des Koordinators oft mit technischen Sachverhalten geprägt und erfordern daher fundierte Kenntnisse mit der BIM-Software und den Prozessen. Der BIM-Koordinator kümmert sich um das Zusammenführen der jeweiligen BIM-Modelle und meldet Störungen an den Projektleiter und den jeweiligen beteiligten Disziplinen. Der Projektleiter ist verantwortlich für die Koordination der verschiedenen Disziplinen und deren Planungsaufgaben [1].

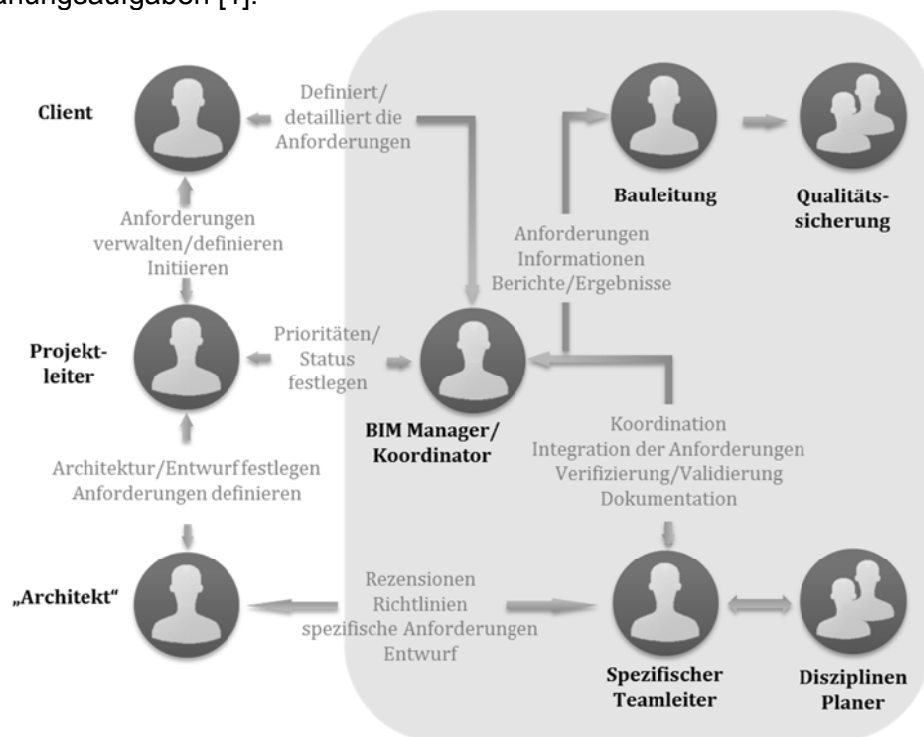


Bild 2: Koordinationsprozess eines BIM-basierten Projektes

2.3 Intensives Client-Management

Zusammenarbeit mit den Kunden sei wertvoller als Vertragsverhandlungen, sagt das Agile Manifesto. Bezogen auf die Baubranche könnte es anschaulich bedeuten, dass der Kunde – beziehungsweise der Auftraggeber – nach jeder Iteration (Leistungsphase) das Zwischenergebnis ansehen, es überprüfen und Feedback geben soll. Weiterhin liegt im

Aufgabenbereich des Klienten, Anforderungen zu definieren und diese mit den Projektbeteiligten abzustimmen. Der Aufwand für eine Requirements Engineering ist groß und allein die gewissenhafte Abnahme einer umfangreichen gewissenhaften Spezifikation nimmt enorm viel Zeit ein, die ein Investor in Art, Umfang und branchenspezifischen Verständnis nicht leisten kann. Der Auftraggeber sollte somit eine Person oder Firma bestellen, die für diese Aufgabe verantwortlich ist.

2.4 Change-Management, auf Änderungen reagieren

Insbesondere durch die Fehlplanung der in der Vergangenheit durchgeführten, komplexen Großbaustellen ist erkennbar, dass kein Projekt nach Plan durchgeführt werden kann. Die Planungsmethoden reagieren zurzeit auf Ergebnisse der einzelnen Projektphasen. Durch intelligente Methoden ist es jedoch möglich, Prognosen zu erstellen und geänderte Anforderungen kontinuierlich in den Projektverlauf einfließen zu lassen.

Bei der herkömmlichen Planungsmethode wird zunächst viel geplant. Es wird viel Papier erzeugt, was man als „big design up front“ (BDUF) bezeichnet. Erst anschließend geht es in die Gebäudeimplementierung und es entsteht das Bauwerk als Ergebnis des Prozesses. Da ein solcher Prozess einige Monate – manchmal gar Jahre – läuft, und die Welt rund um das Projekt nicht still steht, gibt es Änderungsanforderungen. Um das Projekt zu schützen, wird ein starkes Change Management aufgesetzt [2].

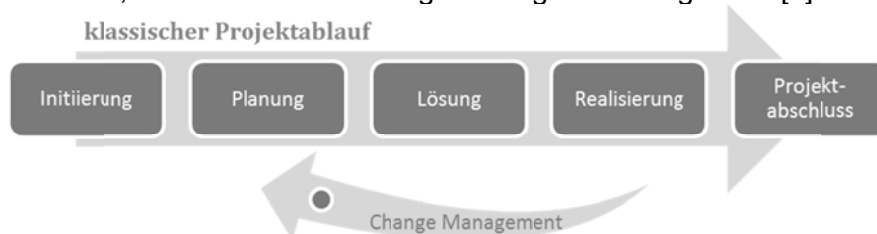


Bild 3: Klassischer Projektablauf

Während das Change Management an sich gut ist, ist doch die häufig anzutreffende Intuition, damit möglichst viele Änderungsanforderungen abschmettern zu können, sehr zweifelhaft. „Änderungsanforderungen, die zu berücksichtigen sind werfen das Projekt zurück!“

Besser:

„Auf Änderungen zu reagieren ist wertvoller, als einem Plan zu folgen“. Änderungen sind gut, weil sie im Regelfall die Planung verbessern und damit dem Auftraggeber das optimale Bauwerk liefern.

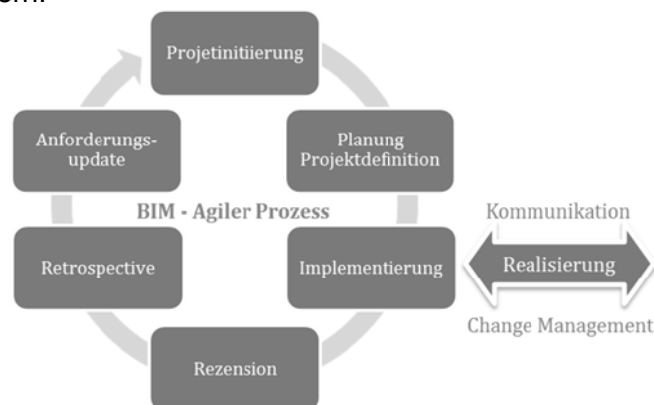


Bild 4: BIM-basierter, agiler Prozessablauf

Das Change Management sollte nicht mit dem Ziel eingesetzt werden, Veränderungen möglichst gering zu halten – so wie das heute leider oft der Fall ist. Andererseits brauchen

die an der Planung beteiligten Projekt Teams auch stabile Anforderungen, um in Ruhe etwas entwickeln zu können. Die BIM-Methode ermöglicht hierbei kurze Iterationszyklen [2]. Die Anforderungen, die das Projektteam derzeit bearbeitet, können im Zeitplan weitergeführt werden, während andere Anforderungen beliebig geändert werden können. Das konsistente Planen ermöglicht eine automatisierte Anpassung der vorhandenen Planungsergebnisse auf erforderliche Anforderungsänderungen.

3 Der Lebenszyklusprozess eines Bauwerkes

Der Prozessansatz liegt darin, Planungsdaten, Bestandsdaten sowie Belange der Bewirtschaftung für den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes in einer BIM-orientierten Datenbank vorzuhalten und bedarfsgerecht zu aktualisieren. Informationen sind dabei sowohl gewerkebezogen und auch bauteilbezogen abrufbar. Als Ordnungskriterium wird eine Datenbank definiert und die Gesamtheit der Informationen wird durch Prozesse (Rulesets) auf Konsistenz hin geprüft. Die in diesem Zusammenhang wesentlichen Lebensabschnitte eines Gebäudes sind:

- Konzeption, Projektierung, Realisierung und die Inbetriebnahme des Gebäudes
- Sicherstellung und Optimierung der Gebäudenutzung
- Planung und Umsetzung von Umbaumaßnahmen sowie ggf. Rückbau

Derzeit werden die Informationen zu einem Gebäude vorwiegend gewerkeweise in Planungs- oder Bestandsunterlagen zusammengestellt. Diese Ordnungsstruktur erreicht ihre Grenzen, wenn z.B. Informationen zu einem Geschoss innerhalb eines Gebäudes oder zu einer Wohnung innerhalb eines Geschosses oder zu einem Raum innerhalb einer Wohnung angefordert werden.

Eine deutliche Verbesserung stellt sich ein, wenn auf die Informationen auch gewerkeübergreifend zugegriffen werden kann. Sie sind deshalb in der Datenbank bauteilbezogen und zeitlich aktualisiert abzulegen. Als Beispiel wird eine einfache Stütze innerhalb eines Hochbaus herangezogen. Sie ist eindeutig durch ihre räumlichen Koordinaten definiert, beinhaltet aber eine Vielzahl von Attributen, die für die Planung und den Betrieb des gesamten Hochbaus von Bedeutung sind. Die Stütze ist u.a. Bestandteil:

- des Tragwerkes mit Angaben über Querschnitt, Materialgüten und Beanspruchungsgrad
- der Bauablaufplanung, mit Angaben über die Herstellkosten, den erforderlichen Ressourceneinsatz sowie den Vorgänger/Nachfolger Konstellationen
- des Brandschutzkonzeptes mit Angaben zur Feuerwiderstandsklasse und Fluchtwegen
- des Gestaltungskonzeptes mit Angaben über die Oberflächengestaltung
- des TGA-Konzeptes, weil sie als Befestigungsuntergrund entsprechender Anlagen dient
- der Gebäudebewirtschaftung, weil ihr Anstriche regelmäßig zu erneuert ist
- etc.

Neben den bauteilbezogenen Daten sind übergeordnete Strukturen zu entwickeln. Es werden zusammengehörende Bauteile abgegrenzt, die mit ihren in der jeweiligen Anwendung wirksamen Attributen definiert werden. Es kann sich dabei ganz konkret um eine Wohnung innerhalb eines Mietshauses oder um funktionale Darstellungen für das gesamte Gebäude (Brandschutzkonzept) handeln. Es sind standardisierte Prozesse zu entwickeln, mit denen die Daten für einen definierten Container-Typ aus der Datenbank

herausgelesen und zur Verfügung gestellt werden. Neben den bauteilbezogenen Daten sind in der Datenbank gleichermaßen auch Informationen (Energieverbrauchswerte eines Geschosses) abzulegen.

Die Definition von „BIM“ soll hierbei nicht wie ursprünglich durch das ganzheitliche Planen von verschiedenen Disziplinen beschrieben werden, sondern BIM ist ein Prozess, der wiederum aus vielen Teilprozessen besteht. Ein Teilprozess ist das Kommunizieren zwischen den einzelnen Gewerken. Zwischen den Gewerken steht der BIM-Manager, er steuert und kommuniziert die modellorientierten Gebäudeinformationen. Von der Konzeption über die Ausführungsplanung bis hin zur Ausschreibung des Gebäudes sind die Informationen aller beteiligten Disziplinen mit einer durchgängigen Datenbank gekoppelt. So können das Gebäude oder ausgewählte Teile davon 3-dimensional dargestellt und virtuell gegangen werden. Als 4. und 5. Dimensionen stehen innerhalb der Datenbank zeitlich variable Parameter und objektbezogene Kostengrößen zur Verfügung. Damit können beispielsweise in der Gebäudeherstellung Bauabläufe mit dem zugehörigen Mittelabfluss visualisiert und gesteuert werden.

Die Konsistenz der zusammenführenden Planung ist durch den BIM-Manager zur verifizieren. Durch das Einbinden von „Rulesets“ in die BIM-Methode werden Analysewerkzeuge entwickelt, die Kollisionskontrollen und die Einhaltung von Regelwerken (z.B. Energieeffizienz, behindertengerechter Entwurf, Bauordnungen, etc.) schon in der Planung prüfen und gewährleisten.

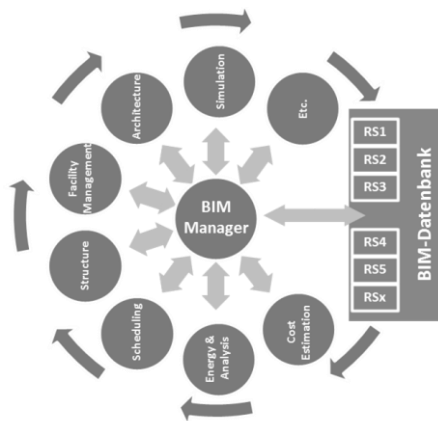


Bild 5: Planungskreislauf

Als Beispiel für den verifizierbaren Planungskreislauf ist die Informationskommunikation zwischen der Disziplin „Structure“ and „Architecture“. Der Architekt übergibt das ganzheitliche Informationsmodell in die Datenbank, der Tragwerksplaner kann über die Datenbank eine Informationsabfrage über die tragenden Bauteile starten und in seiner Software mit dem Gebäudemodell weiter arbeiten. Es werden Aussparungen, Abmessungen der tragenden Bauteile etc. festgelegt und die Informationen wiederum in die Datenbank gespeichert. Der BIM-Manager kann laufend die Zusammenführung der Informationen verifizieren. Durch Kollisionskontrollen und Bauteilabfragen werden die Informationsmodelle geprüft. Mit dem Einbringen von „Rulesets“ werden normbedingte Regeln, wie z.B. die Einhaltung der Mindestmaße von Türöffnungen, Brüstungshöhen, Energieeinhaltungen etc. abgefragt. Alle Unstimmigkeiten werden elektronisch dokumentiert und mit dem jeweiligen Gewerk kommuniziert. Anpassungen werden von dem jeweiligen zuständigen Gewerk vorgenommen und die überarbeiteten Informationen in die Datenbank abgelegt. Somit entsteht ein verifizierbarer Planungskreislauf. Die Datenbank begleitet das Gebäude weiterhin in dem Bewirtschaftungsprozess. Das Gebäudemanagement hat während der Nutzung konsistenten Zugang auf die Gebäudeinformationen. Somit können Abfragen zur technischen Gebäudeausstattung, Kontrollen von Baunutzungskosten bis hin zum Energiecontrolling

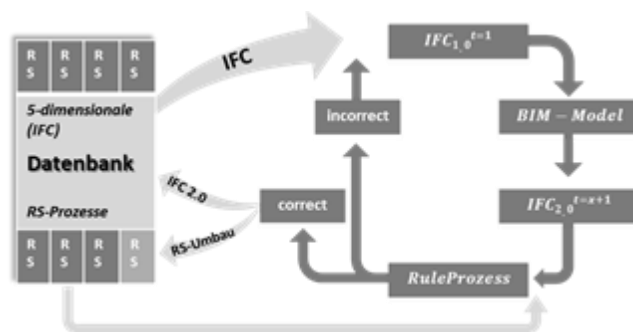


Bild 6: BIM-Kreislauf in der Umnutzung

prozessiert und dokumentiert werden. In Hinsicht mit dem Umgang der Ressource Energie, und ihren intelligenten Einsatz in der Gebäudetechnik wird mit dem Einsatz von Building Information Modeling und dem hier gezeigten Prozess ein Aufbau eines nutzungsadäquaten Gebäudemanagements gewährleistet und ein Lebenszyklusphasen übergreifender Ansatz kann verfolgt werden.

In der Umbau- oder Umnutzungsphase eines Bauwerks werden die planungsrelevanten Informationen datenbankorientiert abgefragt. Somit erhält man auch nach jahrzehnte langer Gebäudenutzung eine kontrollierte, dokumentierte Nutzung. Die am Umbau beteiligte Disziplin importiert die 5-dimensionalen in eine versionsunabhängige, offene Software und kann Änderungen in das Gebäude einbringen. Die änderungsbedingten Gebäudeinformationen werden mit den in der datenbankintegrierten und umbauanhängigen „Rulesets“ überprüft und verifiziert. Somit entsteht ein weiterer Prozess im Lebenszyklus eines Gebäudes.

Mit dem Rückbau des Bauwerks schließt der Lebenszyklus ab. Die Aktivitäten während der Rückbauphase sind darauf gerichtet, alle angefallenen Rückstände zu vermeiden, zu vermindern oder zu bewältigen. Um die Rückbauphase in ihren Aspekten anzusteuern, sind die Ressourcen, die sich zum Zeitpunkt des Rückbaus im Objekt befinden, entscheidend. Um über vorhandene Ressourcen Aufschluss zu haben, ist eine kontinuierliche Verfolgung der Objektdaten und deren Fortschreibung notwendig.

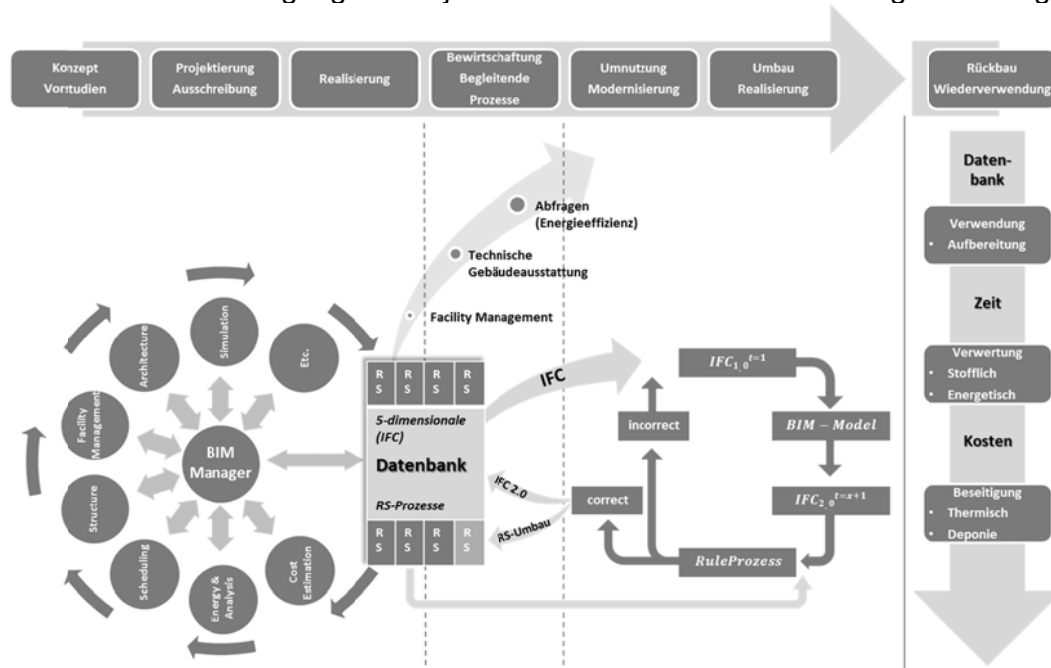


Bild 7: BIM – der Prozesszyklus in der Lebenszeit eines Gebäudes

4 Literaturverzeichnis

- [1] Hentinnen, T. (2012). „COBIM – Common BIM Requirements 2012“. General Part, The Building Information Foundation RTS (Hrsg.): Parties to the COBIM Project: Senate Properties, Serie 1
- [2] Grawe, T. (2012). „Verändern von Organisationen“. In: IT Management, Parthier (Hrsg.): Fachzeitschrift für strategisches Informationsmanagement, Ausgabe 4/2012, IT Verlag, S. 18–22
- [3] Appelo, J. (2011). „Management 3.0“. Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders, Pearson Education, Inc. (Hrsg.): Addison-Wesley Verlag

Martin Ferger

Universität Siegen, Baubetrieb und Bau-Projektmanagement
martin.ferger@uni-siegen.de

Implementierung von digitalen Geländemodellen und Baumaschinendaten in die modellorientierte Projektorganisation im Infrastrukturbau

Kurzfassung: Die modellorientierte Projektorganisation bietet bei Infrastrukturmaßnahmen Möglichkeiten einer verbesserten Projektüberwachung. Die Verknüpfung dieser Vorgehensweise mit Baumaschinensteuerungssystemen bietet zusätzlich die Möglichkeit, auf aktuelle Ist- Daten zurückzugreifen.

1 Einleitung

Die Forschungen und Entwicklungen im Bereich des Building Information Modeling (BIM), auch 5-D-Modellierung genannt, sind in den letzten Jahren immer weiter vorangeschritten. Diese Entwicklungen waren bisher weitestgehend auf den Bereich des Hochbaus ausgerichtet. Die modellorientierte Vorgehensweise zur Projektorganisation ist im Hoch- und Ingenieurbau bereits verbreitet, im Infrastrukturbau befindet sich diese Vorgehensweise noch im Anfangsstadium der Entwicklung. Die modellorientierte Projektorganisation bietet sich jedoch auch für den Einsatz im Infrastrukturbau an. Aufgrund der Spezifika des Infrastrukturbaus bringt diese Technologie auch hier Vorteile mit sich. Baumaßnahmen dieses Bereichs sind oft von großer räumlicher Ausdehnung und sind daher nicht immer leicht zu überblicken. Eine Modellierung kann hier Abhilfe schaffen. Im Zuge des Projektfortschritts werden große Teile der Bauleistung durch nachfolgende Leistungen überbaut und sind retrospektiv nur noch schwierig nachzuvollziehen. Auch hier kann eine Modellierung Vorteile mit sich bringen, um im Nachgang Auswertungen tätigen zu können. Die Modellierung unterscheidet sich insoweit von den bekannten Hochbaumodellierungen, als dass Schichtenaufbauten, Erdkörper, etc. statt Wände, Stützen und Decken zu erfassen sind.

Baumaschinensteuerungssysteme haben sich in den Ausführungsprozessen des Infrastrukturbaus bewährt. Diese Systeme bieten zusätzlich die Möglichkeit, die Geometriedaten des hergestellten Geländes zu erfassen und zu speichern. Diese Ist-Daten können für baubetriebliche Zwecke nützlich sein.

2 Modellorientierte Projektorganisation im Infrastrukturbau

2.1 Digitale Geländemodelle als geometrische Grundlage des 5-D-Modells

Digitale Geländemodelle (DGM) bilden bei der Umsetzung der modellorientierten Arbeitsweise im Infrastrukturbereich die Datengrundlage für das geometrische Modell (Dimensionen 1 bis 3). Sie beschreiben die Geländeoberfläche durch Punkte, deren Koordinaten bekannt sind. Diese Punkte sind im DGM durch geradlinige Verbindungen untereinander zu einem Netz vermascht. Dabei wird in der verbreitetsten Form des digitalen Geländemodells, dem Dreiecksnetz TIN (Triangulated Irregular Network), die Geländeoberfläche als Zusammensetzung von Dreiecksflächen beschrieben.[1]

Datenbasis für digitale Geländemodelle bilden die vor Ort aufgenommenen Geländepunkte. Zu diesen Punkten sind die zwei Lagekoordinaten und der Höhenwert bekannt. Die Aufnahme dieser Geländepunkte kann durch klassische Einzelpunktvermessung oder Laserscanning erfolgen.

Sowohl bei der Aufnahme der Punkte als auch bei der Umsetzung als DGM im CAD-Software-System ist insbesondere auf Bruchkanten und Zwangslinien zu achten. Etwaige Böschungskanten oder Ähnliches sind festzuhalten.

Der Detailgrad, d. h. die Realitätsnähe, hängt von der Anzahl der zur Verfügung stehenden Punkte ab.

Die Anzahl der Punkte, die dem Modell zugrunde liegen sollten, orientiert sich stark an der abzubildenden Geländestruktur. Dabei geben die Regelwerke nur grobe Vorgaben:

Tabelle 1: Punktzahl abhängig von der Geländestruktur nach RAS-Verm[2]

Geländeform	Punktdichte
Einfaches Gelände	20-40 Punkte/ha
Bewegtes Gelände	30-60 Punkte/ha
Schwieriges Gelände	Über 50 Punkte/ha

Diese Angaben der RAS-Verm sind jedoch sehr grob gegliedert. Wie viele Punkte für eine ausreichend gute Abbildung der Geländestruktur notwendig sind, muss im Einzelfall festgelegt werden. Die aufgenommenen Punkte werden in ein CAD-System wie zum Beispiel RIB Stratis oder Autodesk Civil 3D übertragen (beispielsweise über eine ASCII-Datei). In diesem werden die Punkte zu einem DGM vermascht. Das so entstandene Geländemodell stellt das Ur-Gelände dar.

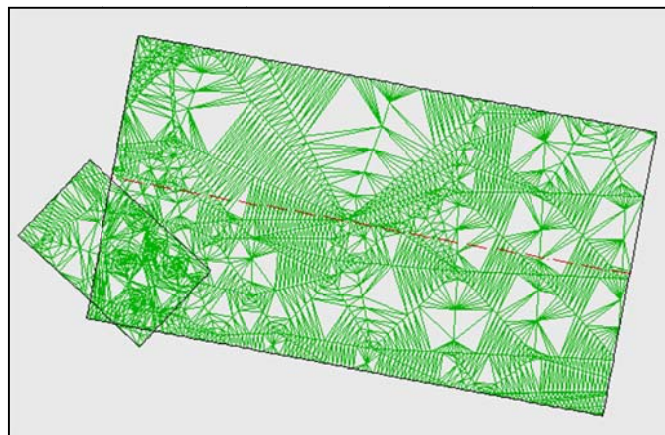


Bild 1: Beispiel eines digitalen Geländemodells des Ur-Geländes

Das im Bauvorhaben herzustellende neue Gelände wird im CAD-System geplant. Dies geschieht in der Regel auf Basis des Ur-Geländes. Dabei werden die herzustellenden Bauwerke (Dämme, Trassen, Einschnitte, etc.) in das vorhandene Gelände eingefügt. Durch das Zusammenführen von herzustellenden Bauwerken und dem Ur-Gelände erhält man das Soll-Gelände. Bild 2 zeigt die Zusammenführung des Ur-Geländes aus Bild 1 und der herzustellenden Geometrie eines Regenrückhaltebeckens. Durch das Verschneiden dieser beiden Oberflächenmodelle sind u. a. das Entwickeln von Querprofilen und die Berechnung von Auf- und Abtrag möglich.

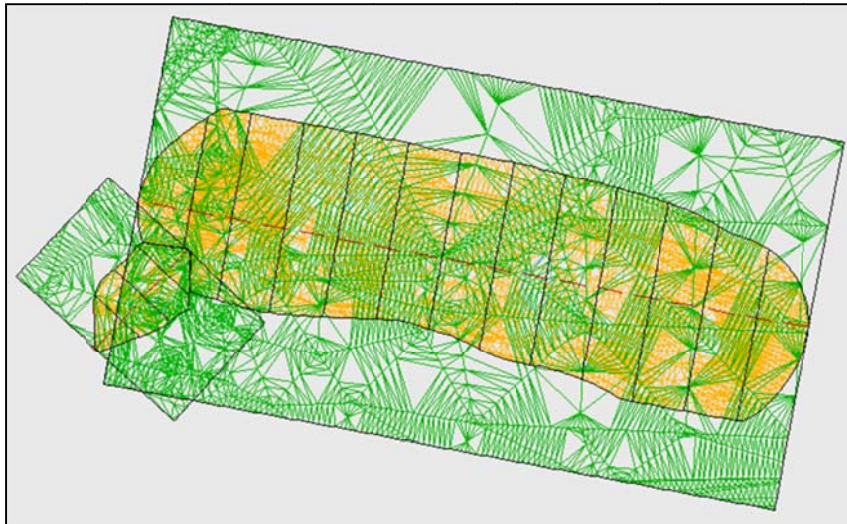


Bild 2: DGM des Soll-Geländes

Die digitalen Geländemodelle für das Ur-Gelände und das Soll-Gelände bilden die geometrische Grundlage für das Modell der modellorientierten Projektorganisation. Für die Umsetzung der Dreiecksnetze aus der CAD in ein Volumenkörpermodell im 5-D-Softwaresystem ist zu prüfen, ob sich Ur- und Soll-Gelände überall schneiden oder mindestens berühren, sodass ein geschlossener Körper entsteht.

2.2 Import des geometrischen Modells in die 5-D-Software

Für die Umsetzung der modellorientierten Projektorganisation müssen die Geometriedaten in die 5-D-Software importiert werden. Dies ist Grundvoraussetzung dafür, dass die Geometrie mit den Projektdokumenten, wie dem Leistungsverzeichnis, der Ablaufplanung (4. Dimension: Zeit), und der Kalkulation (5. Dimension: Kosten) verknüpft werden kann. Die programmtechnischen Arbeitsschritte zum Import der CAD-Daten in das 5-D-Softwaresystem sind in SCHULZ [3] anhand der Softwarekonstellation RIB Stratis und RIB ITWO detailliert beschrieben.

Die Arbeitsschritte (Zuweisung der objektorientierten Mengenberechnung, Referenzierung geometrischer Daten) beim Umgang mit dem Modell in der 5-D-Software entsprechen dem Vorgehen im Hochbau. Bild 3 zeigt das geometrische Modell des Regenrückhaltebeckens aus Bild 2 in der 5-D-Software:

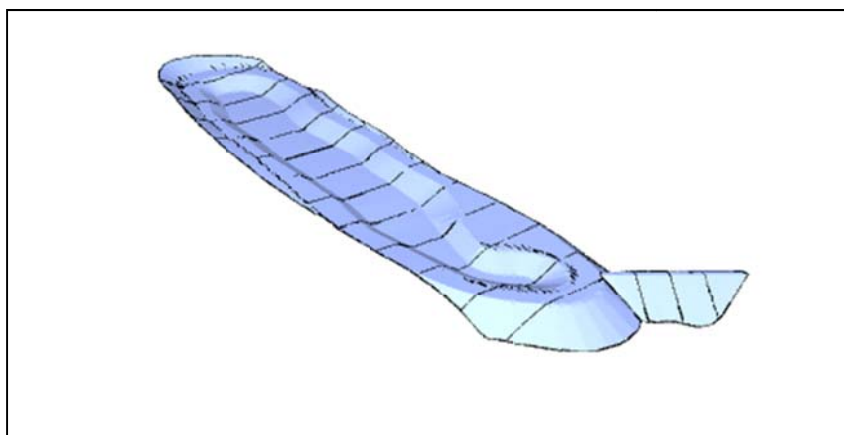


Bild 3: Volumenkörpermodell des Regenrückhaltebeckens in der 5-D-Software

2.3 Verknüpfung des geometrischen Modells mit den Projektdokumenten

Analog des Vorgehens im Hochbau können gemäß des Ansatzes der modellorientierten Projektorganisation die einzelnen Projektdokumente mit dem 3-D Modell verknüpft werden.

Die jeweiligen Volumenkörper werden mit den Positionen des Leistungsverzeichnisses und somit auch der Kalkulation verbunden. Die Unterteilung des Baukörpers kann dabei der Logik des Bauablaufs angepasst werden. Dafür werden sogenannte Mengensplits verwendet. Mehrere Mengensplits können einer Position zugeordnet werden, bleiben aber als geometrische Einzelteile bestehen. Dies kann im Infrastrukturbereich beispielsweise bei wiederkehrenden Objekten z. B. entlang der Stationierung einer Trasse hilfreich sein. Durch die Verknüpfung der geometrischen Objekte mit den jeweiligen LV-Positionen ist eine direkte Mengenauswertung aus dem Modell möglich. Grundsätzlich ist dies gleich dem Vorgehen im Hochbau, jedoch ist insbesondere die Mengenermittlung bei Infrastrukturmaßnahmen sehr aufwendig. Die Möglichkeit, Mengenansätze aus Plänen zu ermitteln, ist meist nicht gegeben. Daher müssen die Mengen über unterschiedlichste Berechnungsverfahren (insb. GAEB- und REB-Verfahrensbeschreibungen[4]) in CAD-Systemen durchgeführt werden. Durch die Verknüpfung von Leistungsverzeichnis und Modell werden Änderungen im Modell direkt in den Mengenansätzen des LV's bei den entsprechenden Positionen aktualisiert.

Speziell für Infrastrukturmaßnahmen kann besonders die modellbasierte Ablaufplanung vorteilhaft sein. Zusätzlich zu dem Nutzen für die am Bau Beteiligten, dass der Bauablauf besser nachzuvollziehen und zu überprüfen ist, steigert die modellorientierte Darstellung des Bauablaufs auch die Transparenz nach außen. Während bei Hochbaumaßnahmen der Baufortschritt auch für Außenstehende meist sichtbar und nachvollziehbar ist, sind die Arbeitsschritte im Tiefbaubereich häufig nicht oder nur mit entsprechendem Detailwissen zu erkennen. Da aber gerade Maßnahmen des Infrastrukturbereichs (wie zum Beispiel der öffentliche Straßenbau) von großem öffentlichen Interesse sind, ist eine verbesserte Darstellung des Bauprozesses nach außen sinnvoll. Eine Ablaufsimulation -wie in Bild 4- könnte auf Bürgerversammlungen o.ä. verwendet werden.

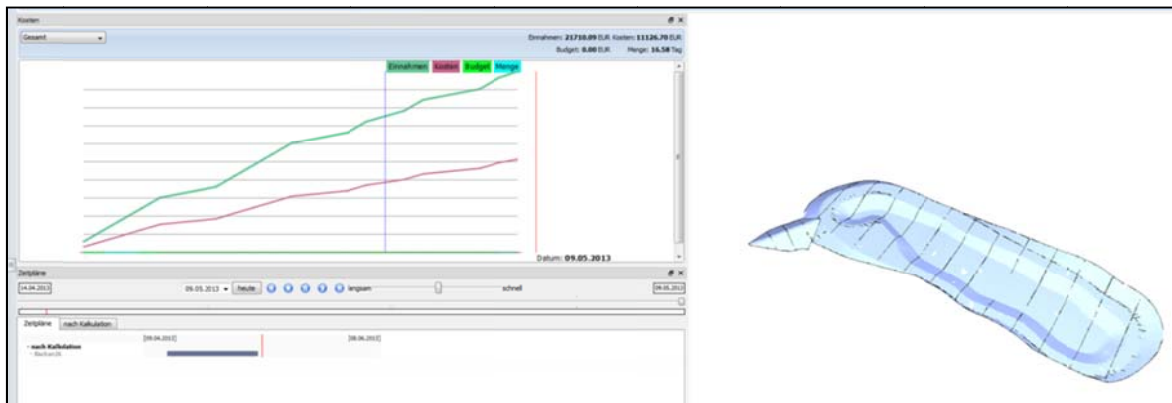


Bild 4: Modellbasierte Ablaufsimulation

3 Daten aus Baumaschinensteuerungssystemen

3.1 Funktionsweise der Baumaschinensteuerungssysteme

Bei der traditionellen Herstellungsweise von Bauwerken durch Leistungsgeräte, wie Bagger, Dozer oder Grader, orientieren sich die Maschinenführer an vorhandenen Absteckungen (Böschungslehren, Höhenkennzeichnungen, o.ä.) oder werden durch einen Helfer unterstützt, der zum Beispiel die Aushubtiefe baubegleitend überprüft. Die Systeme

der Baumaschinensteuerung führen zu einer deutlichen Veränderung dieser Verfahrensweise.

Die Baumaschinen werden mit einer Box ausgestattet, die einen Computer beinhaltet. Auf diesen Rechner wird das 3-D Modell geladen. Die Übertragung des 3-D Modells auf den Baumaschinenrechner kann über ein Speichermedium erfolgen. Die komfortablere und zeitsparendere Methode ist die Übertragung der Geländedaten über das mobile Datennetz (UMTS, GPRS). Dafür wird die Baumaschine mit einer SIM-Karte ausgestattet und kann über die entsprechende Software (z. B. Topcon 3-D-Office) mit den jeweils aktuellen Daten beschickt werden. Diese Ausstattung ist für den serverbasierten Datenbankzugriff zur Ist-Daten-Meldung (s.u.) ohnehin notwendig.

Durch die Bereitstellung des 3-D Modells werden dem Baumaschinensteuerungssystem die notwendigen Angaben über das herzustellende Soll-Gelände gegeben. Die Baumaschinen werden zur Erfassung ihrer Position und des Werkzeuges (Schar, Löffel, Schild) mit Sensoren ausgerüstet.

Dabei können je nach Maschinentyp und Projektsituation (Abschattungen, Genauigkeitsanforderungen, etc.) unterschiedliche Systeme eingesetzt werden. Grundsätzlich kommen dabei folgende Komponenten einzeln oder in Kombination zum Einsatz:

- GPS-Empfänger und GPS Referenzstation
- Zonenlaser und Laserempfänger
- Zielverfolgende Tachymeter mit Empfängerprisma
- Beschleunigungs- und Neigungssensoren

Bild 5 zeigt beispielhaft einen Dozer mit GPS-Antenne und Neigungssensor am Schild. Weitere Systemaufbauten sind u.a. in KELLOGG [5], STEMPFHUBER [6] und ROULIER [7] erläutert.

Das Baumaschinensteuerungssystem vergleicht die über die Sensorik ermittelte Position des Werkzeuges mit dem Soll-Wert aus dem 3-D Modell. Bei Baggerarbeiten wird dem Maschinenführer die Position des Löffels in Bezug zum Soll-Gelände auf einem Display angezeigt, sodass er das Gerät entsprechend steuern kann. Bei den Geräten Dozer und Grader ist das Baumaschinensteuerungssystem an die Maschinenhydraulik gekoppelt. Dadurch wird das Werkzeug automatisch auf die Soll-Höhe ausgerichtet. Der Maschinenführer steuert in der Regel nur noch im Lagebereich.

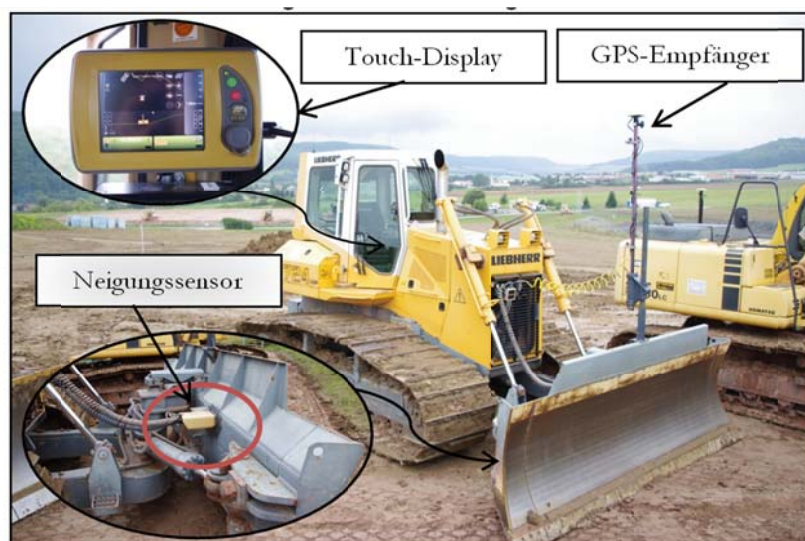


Bild 5: Dozer mit Maschinensteuerungssystem Topcon 3D GPS (GPS+ Neigungssensor)

3.2 Analyse der Daten aus Baumaschinensteuerungssystemen

Die Baumaschinensteuerungssysteme bieten neben der Unterstützung bzw. teilweisen Automatisierung des Fertigungsprozesses auch die Möglichkeit, Daten von der Baustelle zurückzugewinnen. Diese Ist-Daten entsprechen dem im „Normalprozess“ durchzuführenden Aufmaß mittels Tachymeter, GPS-Rover oder Laserscanner.

Die Genauigkeit der durch die Baumaschinensensorik ermittelten Ist-Werte entspricht der Einbaugenauigkeit des jeweiligen Systems. Durch die aktuell auf dem Markt vorhandenen 3-D Steuerungssysteme können Genauigkeiten von bis zu $\pm 0,5\text{--}1\text{ cm}$ erreicht werden. Bei alleinigem Einsatz von GPS/GNSS Sensorik liegt die Genauigkeit bei $\pm 3\text{--}5\text{ cm}$ [7].

Im Vergleich zum „klassischen“ Aufmaß liefern die Baumaschinen eine wesentlich größere Messpunktdichte. Dadurch können eventuell vorhandene Ungenauigkeiten im Einzelpunkt ausgeglichen werden. Diese Ist-Daten-Gewinnung aus den Steuerungssystemen wird bisher kaum angewendet. Für die baubetrieblichen Anwendungen (Controlling, Bauleitung, etc.) bieten diese Daten jedoch großes Potenzial.

4 Verknüpfung von modellorientierter Projektorganisation und Baumaschinensteuerungssystemen

Die Nutzung der zuvor erläuterten Ist-Daten-Gewinnung aus der Baumaschinensensorik kann für die Baubetriebe dann besonders nützlich sein, wenn diese Daten in den AVA-Prozess eingebunden werden. Die Ist-Daten können insbesondere im Zuge der modellorientierten Projektorganisation genutzt werden. Dabei stellt die rückgemeldete Geometrie die Basis für ein Ist-Modell dar. Dieses Modell kann im Arbeitsprozess des Baubetriebs für weitere Auswertungen verwendet werden. Beispielhaft sind die Mengenermittlung, Soll-Ist-Vergleiche für das Kostencontrolling oder das Termincontrolling zu nennen.

Die Baumaschinen zeichnen die Daten (Punktkoordinaten) der hergestellten Geometrie auf. Diese Daten werden in einer Datenbank auf einem Server gespeichert. Durch ein im Forschungsvorhaben Autobaulog [8] entwickeltes Austauschsystem ist es möglich, die auf dem Server gespeicherten Ist-Daten in das 5-D-Software-System zu importieren. Bei dem verwendeten Austauschsystem handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Multi Model Containers (MMC) aus dem Forschungsvorhaben Mefisto [9].

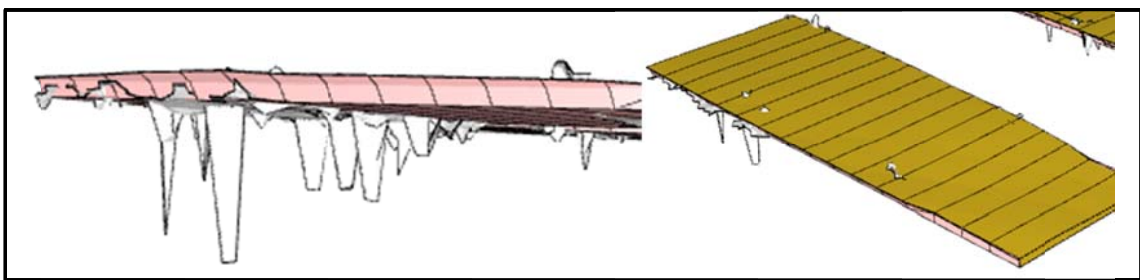


Bild 6: Ist-Daten im 5-D-Softwaresystem auf Basis von Baumaschinendaten

Bild 6 zeigt die rückgemeldeten Ist-Daten im 3-D-Modell in der 5-D-Software RIB ITWO. Die Abbildung stellt die Ist-Daten, die durch einen Hydraulikbagger erzeugt wurden, dar.

5 Zusammenfassung und Fazit

Die Nutzenpotenziale der Baumaschinensteuerungssysteme für den Herstellungsprozess sind mittlerweile in großen Teilen der Bauindustrie anerkannt. Die Verwendung der durch die Baumaschinensensorik erfassbaren Ist-Daten ist jedoch noch nicht etabliert. Durch die Systeme werden Geometriedaten in großer Anzahl und angemessener Genauigkeit geliefert und bilden das hergestellte Gelände ab. Insbesondere bei großen Erdbaumaßnahmen, die einen hohen Aufmaßaufwand mit sich bringen, wird die Ist-Daten-Erfassung Vorteile mit sich bringen. Die Verknüpfung dieser Technologie mit dem modellorientierten Ansatz für den Infrastrukturbereich bietet großes Potenzial. Speziell dadurch, dass im Tiefbau Leistungen oftmals durch spätere Vorgänge überbaut und somit nur noch schwer nachzuvollziehen sind, bietet sich die Verknüpfung von Ist-Daten-Erfassung und Modellbildung an. Die geleistete Arbeit wird durch Ist-Daten fundiert und durch das Modell nachvollziehbar und transparent dargestellt. Dies kann für interne Zwecke, wie zum Beispiel das Controlling, eingesetzt werden.

Darüber hinaus kann ein mit Ist-Daten hinterlegtes Modell auch für die Kommunikation nach außen verwendet werden. Insbesondere Maßnahmen im Infrastrukturbereich werden von einem großen öffentlichen Interesse begleitet, was diese Kommunikation notwendig macht.

Die Entwicklungen zur Verknüpfung von Baumaschinensteuerung und 5-D befinden sich derzeit noch im Anfangsstadium. Aufgrund des vorhandenen großen Potenzials für die Aufgaben des Baubetriebs ist eine Etablierung des Konzeptes möglich.

6 Literaturverzeichnis

- [1] FUNKE, F., SCHMID, M., BÖLLMANN, R. (2006). Elektronische Bauabrechnung unter Verwendung digitaler Geländemodelle. Geschäftsbericht 2006. Bayrischer Kommunalen Prüfungsverband, München.
- [2] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN. (2001). Teil: Vermessung (RAS-Verm). FGSV 294. Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 294.
- [3] SCHULZ, H. (2011). AutoBauLog. Zweijahresbericht - Stand und Ausblick, Stuttgart.
- [4] GEMEINSAMER AUSSCHUSS ELEKTRONIK IM BAUWESEN. (2003). Merkblatt zur elektronischen Bauabrechnung. Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen, Bonn.
- [5] THE KELLOGG REPORT LLC. (2010). The Kellogg Report LLC. <http://www.kelloggreport.com/>. Letzter Zugriff am 16 April 2013.
- [6] STEMPFHUBER, W. (2008). Baumaschinenführung und -steuerung. Von der statischen zur kinematischen Absteckung. zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 133, 1, 36–44.
- [7] ROULIER, G. (2013). Baumaschinensteuerung. Einsatz von intelligenten Vermessungssystemen bei Tief- und Straßenbauarbeiten. Geomatik Schweiz Geoinformation und Landmanagement, Géoinformation et gestion du territoire, Geoinformazione e gestione del territorio 111, 3, 96–98.
- [8] RIB INFORMATION TECHNOLOGIES AG. (2013). Auobalog. www.autobalog.de, letzter Zugriff am 17 April 2013.
- [9] SCHERER, R. (2009). Mefisto. Eine Modell-, Informations- und Wissensplattform für das Bauwesen. Technische Universität Dresden, Dresden.

Dr. Christian Flemming

Technische Universität Dresden, Institut für Baubetriebswesen
Christian.Flemming@TU-Dresden.de

Die Mathematik hinter den Honorartafeln der HOAI 2013

Kurzfassung: Im Rahmen der 7. Novellierung der HOAI beauftragte das BMWi die „Arge HOAI“, den Anpassungsbedarf der Honorartafeln für die HOAI 2013 zu ermitteln. Im Gegensatz zur HOAI 2009, in der die Honorare pauschal um 10 Prozent gegenüber der HOAI 1996 erhöht wurden, sollte der spezifische Anpassungsbedarf für jedes Leistungsbild ermittelt werden. In diesem Beitrag wird das methodische Vorgehen zur Entwicklung der Honorartafeln der HOAI 2013 beschrieben. Dabei werden zunächst die Honorartafeln der HOAI 1996 über mathematische Formeln abgebildet, um einen stetig degressiven Honorarverlauf gewährleisten zu können. Anschließend werden für den Zeitraum 1996 bis 2013 verschiedene Einflussfaktoren identifiziert, die honorarerhöhend oder honorarreduzierend wirken können, um auskömmliche und angemessene Honorare für die HOAI 2013 bestimmen zu können. Die von der „Arge HOAI“ vorgeschlagenen Honorarempfehlungen sind vollständig in den Referentenentwurf des BMWi zur HOAI 2013 übernommen worden.

1 Einleitung

Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) regelt als eine Verordnung der Bundesregierung die Vergütung für verschiedene Planungsleistungen von Architekten und Ingenieuren in der Bundesrepublik Deutschland. Die HOAI bedarf der Zustimmung des Bundesrates und gilt für alle Inländer, die eine Planungsleistung im Inland erbringen (Inländer-HOAI). Die zu erbringenden Planungsleistungen werden in Leistungsbildern beschrieben. Die Leistungsbilder enthalten alle Grundleistungen, die zur ordnungsgemäßen Erfüllung der Planung notwendig sind. Die Grundleistungen eines Leistungsbildes sind in der HOAI abschließend aufgezählt und unterliegen dem zwingenden Preisrecht. Neben den Grundleistungen existieren besondere Leistungen, die frei vereinbart werden können.

Die Ziele des aktuellen Novellierungsprozesses zur HOAI 2013 bestehen in der inhaltlichen Überarbeitung der Leistungsbilder und in der Anpassung der Honorartafeln. In der HOAI 2009 wurden die Leistungsbilder nicht an die fachliche und rechtliche Entwicklung der Planungsaufgaben angepasst. Die Honorare der HOAI 2009 wurden zudem lediglich pauschal für alle Leistungsbilder um 10 Prozent gegenüber den Honoraren der HOAI 1996 angehoben.

Eine inhaltliche Überarbeitung der Leistungsbilder wurde mit dem Abschlussbericht zur *Evaluierung der HOAI und der Aktualisierung der Leistungsbilder* im Auftrag des BMVBS umgesetzt [2]. Darin erarbeitete das BMVBS mit Vertretern der Berufsstände und der Auftraggeber die Änderungen der Leistungsbilder, die in die HOAI 2013 einfließen sollen. Die darin vorgeschlagenen Änderungen umfassen dabei Anpassungen einzelner Grundleistung, eine Neusortierung der Grundleistung innerhalb der Leistungsphasen oder eine vollkommen neue Strukturierung einzelner Leistungsbilder.

Zur Ermittlung des Anpassungsbedarfes der Honorartafeln beauftragte das BMWi die „Arge HOAI“ mit dem Gutachten zum *Aktualisierungsbedarf zur Honorarstruktur der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure* [1]. Der Autor war dabei als Gutachter tätig. Darin wird für jedes Leistungsbild der spezifische Anpassungsbedarf für die Honorare ermittelt und weitere Fragestellungen, zum Beispiel zum Bauen im Bestand oder zu den Integrationshonoraren, beantwortet.

In diesem Beitrag wird das methodische Vorgehen zur Ermittlung der Honorartafeln für die HOAI 2013 beschrieben. In einem ersten Schritt wird jede Honorartafel der HOAI 1996 jeweils über eine mathematische Formel abgebildet. Dieser Schritt ist notwendig, um einen stetig degressiven Honorarverlauf gewährleisten zu können. In einem Schritt werden Einflussfaktoren, die honorarerhöhend oder honorarreduzierend wirken können, identifiziert. Durch die Berücksichtigung der Einflussfaktoren sollen auskömmliche und angemessene Honorare für die HOAI 2013 ermittelt werden.

2 Abbildung der Honorartafeln HOAI 1996 mittels mathematischer Formeln

Dieses Kapitel befasst sich mit der Abbildung der Honorartafeln der HOAI 1996 mittels mathematischer Formeln. Zunächst wird dargestellt, warum die Entwicklung der mathematischen Formeln für den Honorarverlauf notwendig ist. Anschließend wird die Vorgehensweise zur Bestimmung der mathematischen Formeln für den Honorarverlauf beschrieben.

2.1 Notwendigkeit

Die Honorartafeln der HOAI sehen bei einer größeren Bemessungsgrundlage (anrechenbare Kosten, Flächen oder Verrechnungseinheiten) ein höheres Honorar vor und vice versa. Der Anstieg des Honorars in Abhängigkeit der Bemessungsgrundlage verläuft aber nicht linear, sondern degressiv. Bei einer Erhöhung der anrechenbaren Kosten um einen Euro soll das Honorar um weniger als einen Euro steigen. Dieser Effekt kann zum Beispiel durch einen höheren Wiederholungsgrad und relativ geringere Einarbeitungszeiten bei steigender Projektgröße erklärt werden.

Die Analyse der Honorartafeln der HOAI 1996 zeigt jedoch, dass ein stetig degressiver Honorarverlauf nicht für alle Honorartafeln gegeben ist. Einige Honorartafeln der HOAI 1996 weisen teilweise einen progressiven oder linearen Honorarverlauf auf. Beispielfhaft sei die Honorartafel zum Leistungsbild Gebäude und raumbildende Ausbauten (§ 16 (1) HOAI 1996) genannt.

Zur Veranschaulichung des teilweise progressiven und linearen Honorarverlaufs sollen die Honorare der Honorarzone III, Mindestsatz zum Leistungsbild Gebäude und raumbildende Ausbauten (HOAI 1996) betrachtet werden. Für diesen Beitrag werden die Honorare für anrechenbare Kosten zwischen 50.000 € und 25.500.000 € in Intervallen von jeweils 50.000 € berechnet. Es werden somit $(25.500.000 \text{ €} - 50.000 \text{ €}) : 50.000 \text{ €} = 509$ Intervalle untersucht. Damit kann der prozentuale Anstieg des Honorars von einem zum anderen Intervall ermittelt werden.

Bild 1 zeigt den prozentualen Anstieg der Honorare nach der HOAI 1996 und nach der entwickelten mathematischen Formel (siehe dazu Abschnitt 2.2). Ein degressiver Honorarverlauf bedeutet, dass sich der Anstieg der Honorare mit jedem weiteren Euro der anrechenbaren Kosten verringert. Bei den Honoraren nach der HOAI 1996 ist in Bild 1 deutlich zu sehen, dass die Honorare wechselnd degressiv, progressiv oder linear ansteigen.

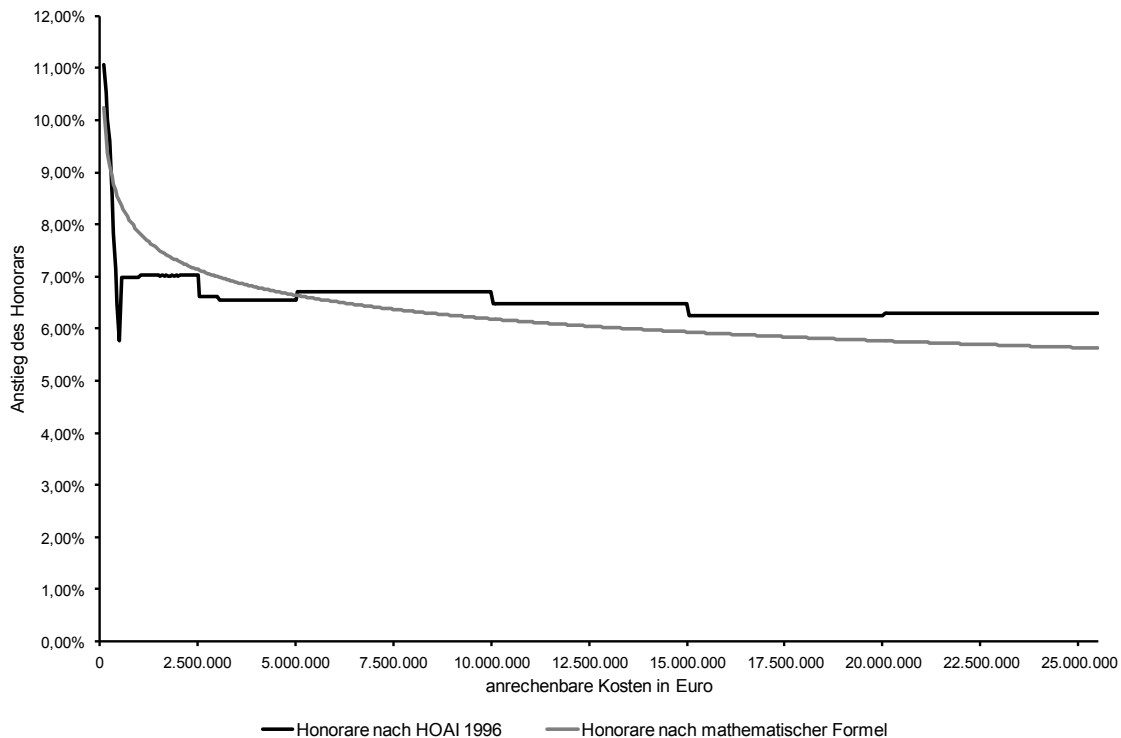


Bild 1: Vergleich des Honoraranstiegs nach HOAI 1996 und nach der mathematischen Formel

Der progressive oder lineare Anstieg der Honorare in Abhängigkeit der Bemessungsgrundlage entspricht aber nicht dem Grundgedanken der HOAI. Daher war es notwendig, mathematische Formeln zu entwickeln, um einen stetig degressiven Honorarverlauf gewährleisten zu können. Bild 1 zeigt zusätzlich den Anstieg der Honorare nach der entwickelten mathematischen Formel (siehe dazu Abschnitt 2.2) für Honorarzone III, Mindestsatz zum Leistungsbild Gebäude und raumbildende Ausbauten (HOAI 1996). Der Anstieg des Honorars verringert sich stetig in Abhängigkeit der anrechenbaren Kosten. Durch die Entwicklung der mathematischen Formel konnte somit ein stetig degressiver Honorarverlauf erreicht werden.

2.2 Umsetzung

Die zu entwickelnde mathematische Formel soll einerseits einen stetig degressiven Honorarverlauf sicherstellen und andererseits die Honorare der HOAI 1996 so genau wie möglich abbilden. Die allgemeine Form zur Berechnung des Honorars H in Abhängigkeit der Bemessungsgrundlage x (anrechenbare Kosten, Flächen, Verrechnungseinheiten) stellt sich wie folgt dar: $H(x) = a \cdot x^b + c \cdot x + d$. Die Parameter der Formel werden in zwei Schritten für die mittleren Honorare der Honorartafeln der HOAI 1996 bestimmt. Im Fall des Leistungsbildes Gebäude und raumbildende Ausbauten, dessen Honorartafel fünf Honorarzonen aufweist, werden die Parameter somit für den Mittelsatz der Honorarzone III ermittelt.

Im ersten Schritt werden die Parameter a und b bestimmt. Dazu dient das Verfahren der linearen Regression mithilfe der Methode der kleinsten Quadrate. In Microsoft Excel ist diese Berechnung in der Funktion "Trendlinie" enthalten. Im Ergebnis werden die Parameter a und b ausgegeben, die bereits zu einer guten Annäherung führen (Bild 2, links). In einem zweiten Schritt werden dann die Parameter c und d so gewählt, dass der Abstand der "Formelhonorare" zu den "Originalhonoraren" weiter verringert wird (Bild 2, rechts). Damit wird eine sehr genaue Abbildung der Honorare der HOAI 1996 erreicht.

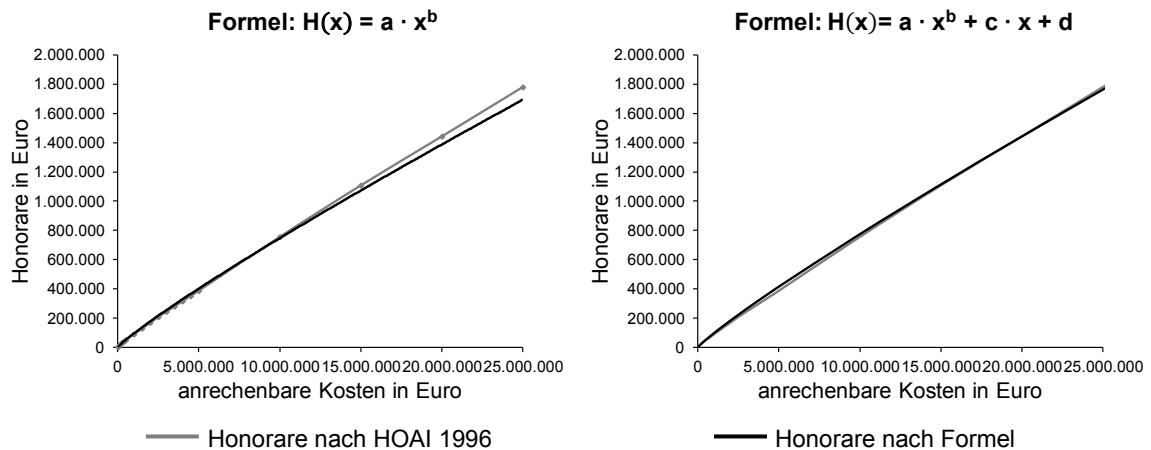


Bild 2: Entwicklung mathematischer Formeln für den Honorarverlauf

Die mathematische Formel für das Leistungsbild Gebäude und raumbildende Ausbauten (HOAI 1996) lautet bspw. $H(x) = 0,4112 \cdot x^{0,8941} + 0,002797 \cdot x + 0$. Diese Formel bildet aber nur die mittleren Honorare der Honorartafel ab. Die Mindest- und Höchstsätze der Honorarzonen und damit die Honorartafel werden über die Honorarzonenfaktoren μ_{HZ} erzeugt. Dazu wird die mathematische Formel jeweils mit einem Honorarzonenfaktor multipliziert: $H(x) = (a \cdot x^b + c \cdot x + d) \cdot \mu_{HZ}$. Bild 3 zeigt das prinzipielle Vorgehen zur Aufspaltung der Formel in eine Honorartafel mit verschiedenen Honorarzonen.

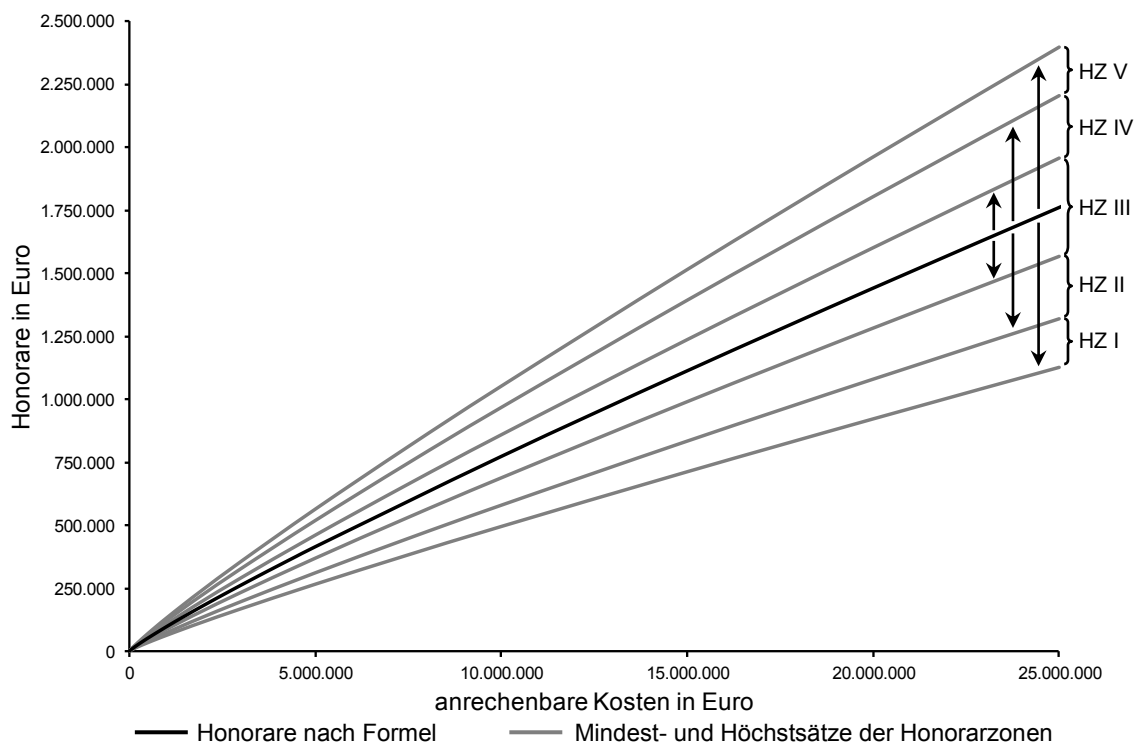


Bild 3: Bestimmung der Mindest- und Höchstsätze für die Honorarzonen der Honorartafel

Die Honorarzonenfaktoren werden ebenfalls auf Basis der Honorartafeln der HOAI 1996 bestimmt. Dazu wird für jedes Honorar in der Honorartafel das Verhältnis zum mittleren Honorar berechnet. Für anrechenbaren Kosten von 25.565 € beträgt der Mindestsatz der Honorarzone III zum Leistungsbild Gebäude und raumbildende Ausbauten 2.991 € und der Höchstsatz 3.855 €. Das mittlere Honorar ergibt sich damit zu $(2.991 \text{ €} + 3.855 \text{ €}) : 2$

= 3.423 €. Alle Honorare für anrechenbare Kosten von 25.565 € werden auf dieses mittlere Honorar bezogen. Für das Honorar in Honorarzone I, Mindestsatz von 1.984 € beträgt bspw. das Verhältnis zum mittleren Honorar $1.984 \text{ €} : 3.423 \text{ €} = 0,58$. Dieses Vorgehen wird für alle anrechenbaren Kosten der Honorartafel wiederholt. Für die Honorarzone I, Mindestsatz variiert das Verhältnis zwischen 0,58 und 0,73. Aus den Werten für das Verhältnis der Honorare zum mittleren Honorar wird das arithmetische Mittel gebildet, um den Honorarzonenfaktor zu bestimmen. Die Tabelle 1 zeigt die Honorarzonenfaktoren zum Leistungsbild Gebäude und raumbildende Ausbauten (HOAI 1996), mit denen ausgehend von der mathematischen Formel die Honorartafel der HOAI 1996 nachgebildet wird.

Tabelle 1: Honorarzonenfaktoren zum Leistungsbild Gebäude und raumb. Ausbauten (HOAI 1996)

Honorarzone I		Honorarzone II		Honorarzone III		Honorarzone IV		Honorarzone V	
unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
0,64	0,75	0,75	0,89	0,89	1,11	1,11	1,25	1,25	1,36

3 Einflussfaktoren auf die Honorare von Architekten und Ingenieuren

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Einflussfaktoren vorgestellt, unter denen alle Einflüsse auf die Honorare subsumiert werden können. Dabei wird insbesondere die Berücksichtigung der Einflussfaktoren in der mathematischen Formel betrachtet. Zur ausführlichen Diskussion der Einflussfaktoren sei auf das Honorargutachten [1] verwiesen.

3.1 Einflussfaktor Baupreisentwicklung

Die Honorare für die Leistungsbilder der Objekt- und Fachplanungen bemessen sich nach der Höhe der anrechenbaren Kosten. Die anrechenbaren Kosten werden jedoch durch die Baupreisentwicklung beeinflusst. Bei einer steigenden Baupreisentwicklung erhöhen sich die anrechenbaren Kosten und damit das Honorar, ohne dass sich der Inhalt der Planungsleistung ändert. Bei einer sinkenden Baupreisentwicklung verringert sich analog das Honorar. Um diesen Effekt der Baupreisentwicklung auszugleichen, wird der Einflussfaktor μ_{BP} – Baupreisentwicklung eingeführt [1, S. 15]. Damit wird die Relation zwischen den anrechenbaren Kosten und den Honoraren aus der HOAI 1996 beibehalten. Der Einflussfaktor μ_{BP} wird – wie nachfolgend dargestellt – bei der Variable x in der Formel berücksichtigt. Auf diese Weise wird erreicht, dass bei einer Baupreisentwicklung von bspw. +20 % die auf 1.200.000 € gestiegenen anrechenbaren Kosten auf das Originalniveau der HOAI 1996 von 1.000.000 € korrigiert werden.

$$H(x) = \left(a \cdot \left(\frac{x}{\mu_{BP}} \right)^b + c \cdot \frac{x}{\mu_{BP}} + d \right) \cdot \mu_{HZ}$$

Für die verschiedenen Leistungsbilder wurden im BMWi-Honorargutachten unterschiedliche Baupreisindices angesetzt. Dem Leistungsbild Gebäude und Innenräume wurde zum Beispiel der Index Hochbau zugeordnet, der im Zeitraum von 1996 bis 2013 einen Wert von $\mu_{BP} = 1,2044$ annimmt.

3.2 Einflussfaktoren Kostenentwicklung, Rationalisierung und Arbeitsaufwand

Die Honorare der HOAI 2013 sollen auskömmlich und angemessen sein. Die Auskömmlichkeit ist erreicht, wenn die Honorare die anfallenden Kosten von Architektur- und Ingenieurbüros abdecken können. Zur Berücksichtigung der Kostenentwicklung im Zeitraum von 1996 bis 2013 wird der Einflussfaktor μ_1 – *Kostenentwicklung* eingeführt [1, S. 17]. Im BMWi-Honorargutachten wird dabei in Personal- und Sachkosten unterschieden. Der Einflussfaktor μ_1 – Kostenentwicklung wird für alle Leistungsbilder mit $\mu_1 = 1,3900$ angesetzt.

Die Angemessenheit der Honorare ist erreicht, wenn die Honorare den notwendigen Stundenaufwand zur Erbringung der Planungsleistung abbilden. Dazu werden verschiedene Einflussfaktoren betrachtet.

Der Einflussfaktor μ_2 – *Rationalisierung* berücksichtigt Rationalisierungseffekte wie die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik im Zeitraum von 1996 bis 2013 [1, S. 23]. Der Einflussfaktor μ_2 wird mit 0,5 % pro Jahr angesetzt. Für den Zeitraum von 1996 bis 2013 ergibt sich der Einflussfaktor $\mu_2 = (1 - 0,5 / 100)^{17} = 0,9183$.

Der Einflussfaktor μ_{31} – *allgemeiner Arbeitsaufwand* beschreibt die Entwicklung der technischen, rechtlichen und normenbezogenen Änderungen von Architektur- und Ingenieurleistungen für den Zeitraum 1996 bis 2013. Zusätzlich wurden mit dem Einflussfaktor μ_{32} – *Leistungsbild* die inhaltlichen Änderungen der Leistungsbilder aus dem BMVBS-Abschlussbericht [2] gegenüber der aktuellen HOAI 2009 bewertet [1, S. 26]. Für das Leistungsbild Gebäude und Innenräume wurde bspw. der Einflussfaktor μ_{31} mit 0,6 % pro Jahr bewertet. Somit ergibt sich der Einflussfaktor $\mu_{31} = (1 + 0,6 / 100)^{17} = 1,1070$. Der Einflussfaktor μ_{32} wurde in Abhängigkeit der Projektgröße bewertet (Bild 4). Zum Beispiel beträgt der Einflussfaktor für $\mu_{32}(x = 1 \text{ Mio. €}) = +10,9 \%$ und für $\mu_{32}(x = 5 \text{ Mio. €}) = 8,2 \%$.

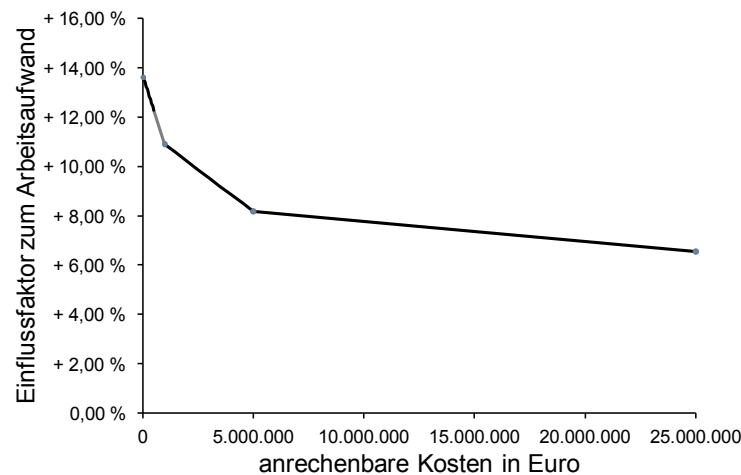


Bild 4: Einflussfaktor μ_{32} zum Arbeitsaufwand in Abhängigkeit der Bemessungsgrundlage

Die Einflussfaktoren μ_1 , μ_2 , μ_{31} und μ_{32} wirken sich direkt auf das Honorar aus und werden in allgemeiner Form wie folgt in der mathematischen Formel berücksichtigt:

$$H(x) = \left(a \cdot \left(\frac{x}{\mu_{BP}} \right)^b + c \cdot \frac{x}{\mu_{BP}} + d \right) \cdot \mu_{HZ} \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_{31} \cdot \mu_{32}(x)$$

Die Honorare der HOAI 2013 zum Leistungsbild Gebäude und Innenräume ergeben sich in Verbindung mit den Honorarzonenfaktoren aus Tabelle 1 nach der folgenden Formel:

$$H(x) = \left(0,4112 \cdot \left(\frac{x}{1,2044} \right)^{0,8941} + 0,002797 \cdot \frac{x}{1,2044} + 0 \right) \cdot \mu_{HZ} \cdot 1,3900 \cdot 0,9183 \cdot 1,1070$$

$$\cdot \begin{cases} 1 + \frac{-2,78974 \cdot 10^{-6} \cdot x + 13,68974359}{100} & \text{für } x < 1.000.000 \text{ €} \\ 1 + \frac{-6,825 \cdot 10^{-7} \cdot x + 11,5825}{100} & \text{für } 1.000.000 \text{ €} < x < 5.000.000 \text{ €} \\ 1 + \frac{-8,15 \cdot 10^{-8} \cdot x + 8,5775}{100} & \text{für } x > 5.000.000 \text{ €} \end{cases}$$

Die Honorartafeln der Honorarempfehlung zur HOAI 2013 ergeben sich durch die Berechnung der Honorare für ausgewählte Werte x der Bemessungsgrundlage. Zur Harmonisierung der Honorartafeln der HOAI wird für alle Honorartafeln eine Stufung mit 20 Werten erstellt.

4 Auswirkungen der Honorarempfehlungen für die HOAI 2013 im Überblick

Die Tabelle 2 enthält die prozentualen Anpassungen der Honorare für die verschiedenen Leistungsbilder, die sich aufgrund der Honorarempfehlung für die HOAI 2013 ergeben. Die Anpassungen sind jeweils als Spanne mit einem Minimal- und einem Maximalwert gegenüber den Honoraren aus der HOAI 1996 sowie gegenüber den Honoraren aus der HOAI 2009 angegeben.

Tabelle 2: Überblick über die prozentualen Anpassungen der Honorartafeln

Leistungsbild	Anpassung 1996 zu 2013		Anpassung 2009 zu 2013	
	Minimal	Maximal	Minimal	Maximal
Flächenplanung				
Flächennutzungsplan	+ 46,59 %	+ 105,12 %	+ 33,27 %	+ 86,47 %
Bebauungsplan	+ 44,45 %	+ 245,54 %	+ 31,32 %	+ 214,07 %
Landschaftsplan	+ 50,57 %	+ 104,14 %	+ 36,88 %	+ 85,58 %
Grünordnungsplan	+ 53,32 %	+ 204,01 %	+ 39,39 %	+ 176,33 %
Landschaftsrahmenplan	+ 56,03 %	+ 110,74 %	+ 41,84 %	+ 91,58 %
Landschaftspfl. Begleitplan	+ 51,23 %	+ 210,15 %	+ 37,48 %	+ 181,91 %
Pflege- und Entwicklungsplan	+ 38,75 %	+ 64,69 %	+ 26,14 %	+ 49,71 %
Umweltverträglichkeitsstudie	+ 39,96 %	+ 78,17 %	+ 27,24 %	+ 61,97 %
Objektplanung				
Gebäude und Innenräume	+ 10,77 %	+ 60,38 %	+ 0,70 %	+ 45,83 %
Freianlagen	+ 6,17 %	+ 56,10 %	- 3,48 %	+ 41,90 %
Ingenieurbauwerke	+ 14,54 %	+ 47,48 %	+ 4,13 %	+ 34,06 %
Verkehrsanlagen	+ 14,32 %	+ 50,94 %	+ 3,93 %	+ 37,23 %
Fachplanung				
Tragwerksplanung	+ 12,83 %	+ 46,12 %	+ 2,57 %	+ 32,80 %
Geotechnik	+ 10,83 %	+ 67,23 %	+ 0,75 %	+ 51,91 %
Technische Ausrüstung	+ 7,31 %	+ 47,96 %	- 2,44 %	+ 34,51 %
Wärmeschutz und Energiebilan.	+ 119,78 %	+ 234,86 %	+ 99,81 %	+ 203,03 %
Bauakustik	+ 9,18 %	+ 13,53 %	- 0,75 %	+ 3,21 %
Raumakustische Planung	+ 12,79 %	+ 59,49 %	+ 2,54 %	+ 44,99 %
Planungsbegl. Vermessung*	- 10,70 %	+ 57,07 %	- 18,82 %	+ 42,76 %
Bauvermessung	+ 19,49 %	+ 110,22 %	+ 8,62 %	+ 91,07 %

* Die Angaben beziehen sich auf die Honorartafeln in Euro. Weitere Änderungen können sich durch die Umrechnung der Bemessungsgrundlage von Euro in Verrechnungseinheiten ergeben.

Bei der Bewertung dieser prozentualen Anpassungen sei zu beachten, dass hier nur die jeweiligen Extremwerte für jedes Leistungsbild angegeben sind. Hohe prozentuale Änderungen stehen in der Regel geringen absoluten Änderungen in Euro gegenüber. Zum Beispiel ergibt sich beim Leistungsbild Bebauungsplan die Erhöhung von +214,07 Prozent gegenüber der HOAI 2009 durch einen einzigen Wert. Dort wird das Honorar von 1.592 € (Honorarzone II, Mindestsatz der HOAI 2009) auf ein „Mindesthonorar“ von 5.000 € angehoben. Im BMWi-Honorargutachten [1] sind die prozentualen Anpassungen der Honorare für jedes Leistungsbild anhand der gesamten Honorartafel dargestellt (Kapitel 3 für die Flächenplanungen ab Seite 47, Kapitel 4 für die Objektplanungen ab Seite 107 und Kapitel für die Fachplanungen ab Seite 155).

Die Auswirkungen der Honorarempfehlungen für die Auftragnehmer und die Auftraggeber wurden im BMWi-Honorargutachten anhand verschiedener Szenarien untersucht. In den Szenarien ergeben sich für die Auftragnehmer (Architekten und Ingenieure) Erhöhungen der realen (also inflationsbereinigten) Honorare von 1996 bis 2013 von ca. 10 % bis 20 % in den Leistungsbildern der Objekt- und Fachplanung, außer im Leistungsbild Wärmeschutz und Energiebilanzierung (dort: ca. 120 %), im Leistungsbild Bauakustik (dort: ca. -3 %) und im Leistungsbild Planungsbegleitende Vermessung (dort: ca. -9 %). Die Reduzierung der Honorare ist auf den verringerten Leistungsinhalt dieser Leistungsbilder aufgrund des BMVBS-Abschlussberichts [2] zurückzuführen.

In den Szenarien für die Auftraggeber (hier: öffentliche Haushalte) werden die Auswirkungen der Honorarempfehlung auf das jeweilige Haushaltsvolumen für Baumaßnahmen (Ausgaben für Planung und Bauausführung) betrachtet. Bei „kleinen“ Kommunen mit einem Haushaltsvolumen von 10 Mio. € ergibt sich eine Erhöhung von ca. 3,4 %, bei „mittleren“ Kommunen mit einem Haushaltsvolumen von 50 Mio. € von ca. 2,8 % und bei „großen“ Kommunen mit einem Haushaltsvolumen von 100 Mio. € von ca. 2,2 %. Bei „kleinen“ Bundesländern mit einem Haushaltsvolumen von 500 Mio. € ergeben sich Erhöhungen von ca. 2,3 % bis ca. 2,8 % und bei „großen“ Bundesländern mit einem Haushaltsvolumen von 1.000 Mio. € von ca. 2,2 % bis ca. 2,5 %. Das Haushaltsvolumen des Bundes von 6.600 Mio. € müsste um ca. 1 % erhöht werden, um dieselben Projekte realisieren zu können.

5 Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt das methodische Vorgehen zur Ermittlung der Honorarempfehlungen für die HOAI 2013 vor. Zunächst wurde gezeigt, wie für die Honorartafeln der HOAI 1996 mathematische Formeln ermittelt wurden, um einen stetig degressiven Honorarverlauf in Abhängigkeit der Bemessungsgrundlage (anrechenbare Kosten, Flächen, Verrechnungseinheiten) sicherzustellen. Anschließend wurden die Einflussfaktoren identifiziert, die honorarerhöhend oder honorarreduzierend wirken können. Unter den Einflussfaktoren Kostenentwicklung, Rationalisierung, Arbeitsaufwand und Baupreisentwicklung können alle Einflüsse auf die Honorare subsumiert werden. Anschließend wurde ein Überblick über die Auswirkungen der Honorarempfehlungen für die HOAI 2013 auf die Honorare von Architekten und Ingenieuren sowie die öffentlichen Haushalte gegeben.

6 Literatur

- [1] ARGE HOAI (2013). „AKTUALISIERUNGSBEDARF ZUR HONORARSTRUKTUR DER HONORARORDNUNG FÜR ARCHITEKTEN UND INGENIEURE (HOAI)“. GUTACHTEN FÜR DAS BMWI, IM INTERNET ABRUFBAR UNTER: WWW.NEUE-HOAI-2013.DE
- [2] BMVBS-ABSCHLUSSBERICHT (2011). „EVALUIERUNG DER HOAI UND AKTUALISIERUNG DER LEISTUNGSBILDER“. IM INTERNET U. A. ABRUFBAR UNTER: WWW.NEUE-HOAI-2013.DE

Melanie Hainz

Bergische Universität Wuppertal, Interdisziplinäres Zentrum ||| – Management technischer Prozesse

hainz@uni-wuppertal.de

Mentoring zur Verbesserung der Ausbildungsqualität im Bauhandwerk

Kurzfassung

Gegenstand des Projektes, welches eine Säule des Forschungsvorhabens „Verbesserung des gelebten Arbeitsschutzes auf Baustellen“ bildet, ist die Entwicklung und Erprobung eines Mentorenprogrammes zur Verbesserung der Ausbildungsqualität im Baugewerbe mit dem Schwerpunkt auf Klein- und Kleinstunternehmen (KKU).

Neben der Grundlagenforschung über innerbetriebliches Mentoring wurden hierfür zunächst im Rahmen einer Praxisuntersuchung unter Einbindung regionaler Handwerksbetriebe der Bedarf sowie die Anforderungen und Rahmenbedingungen an das zu entwickelnde Mentorensystem untersucht.

Die Verbindung zwischen Theorie und Praxis sowie ein auf die Belange der KKU zugeschnittenes System sind dabei maßgebend, um die notwendige Akzeptanz und Praxistauglichkeit des entwickelten Mentorenprogramms zu erreichen.

Als Zwischenergebnis wurde auf dieser Basis ein konkretes Mentoren-System entwickelt und in Form einer Handlungshilfe für die beteiligten Unternehmer, Gesellen und Auszubildenden gefasst.

Das entwickelte Mentorenprogramm selbst ist systematisch in fünf Phasen A bis D aufgeteilt. Diese spiegeln den gesamten Zeitraum von der Entscheidungsfindung des Unternehmers zur Einführung eines solchen Systems im Betrieb bis zum erfolgreichen Ausbildungsabschluss wider.

Derzeit erfolgt die Weiterentwicklung und Erprobung in Kooperation mit Ausbildungsverantwortlichen unmittelbar in den teilnehmenden Erprobungsbetrieben. Der Projektabschluss erfolgt voraussichtlich im Oktober 2013.

1 Einleitung

Die Ausbildungssituation im Handwerk ist gekennzeichnet durch eine hohe Abbruch- und Durchfallquote, dies betrifft insbesondere Betriebe des Baugewerbes. Ein vorzeitig beendetes Ausbildungsverhältnis oder eine endgültig nicht bestandene Abschlussprüfung bedeuten stets den Verlust zuvor investierter Ressourcen – dies sowohl für den Auszubildenden als auch für den Betrieb wie auch letztendlich für die gesamte Volkswirtschaft.

Den gesetzlichen Rahmen für die Berufsausbildung bildet das in Deutschland auf Bundesebene durch das 2005 in Kraft getretene Berufsbildungsgesetz (BBiG). Neben den Regelungen zur Ordnung der Berufsausbildung und Anerkennung von Ausbildungsberufen wird darin explizit gefordert, „auf eine stetige Entwicklung der Qualität der beruflichen Bildung hinzuwirken“ [1].

Trotz aller Maßnahmen zur Förderung der Berufsausbildung betrug die Quote der vorzeitigen Auflösung von Ausbildungsverträgen im Jahr 2010 im Bundesdurchschnitt 23,0 % [2]. In einigen Gewerken des Bauhandwerks wird dieser Durchschnittswert zudem deutlich überschritten, so haben beispielsweise 2010 gerade einmal 36,1 % der angehenden Gerüstbauer ihre Ausbildung erfolgreich abgeschlossen [3].

Das Baugewerbe ist zudem der Wirtschaftszweig mit der höchsten Unfallquote. In der Altersgruppe der 18- bis 24- Jährigen ist die Wahrscheinlichkeit, am Arbeitsplatz einen Unfall zu erleiden, statistisch gesehen besonders hoch [4].

Ansätze zur Verbesserung der Ausbildungsqualität sind daher wichtig und notwendig - diese müssen zugleich wissenschaftlich fundiert und praxisgerecht in der Anwendung sein.

Gegenstand des Forschungsprojektes der Bergischen Universität Wuppertal in Kooperation mit Handwerksunternehmen verschiedener Gewerke und der Kreishandwerkerschaft Wuppertal ist die Entwicklung und Erprobung eines Mentorenprogrammes zur Verbesserung der Ausbildungsqualität im Baugewerbe mit dem Schwerpunkt auf Klein- und Kleinstunternehmen (KKU).

Hauptmerkmal eines solchen Systems ist es, dass jedem Auszubildenden ein erfahrener Geselle zugeordnet wird, der bestimmte Aufgaben übernimmt und anders als bisher üblich als spezielle Bezugsperson und Ansprechpartner für den Auszubildenden fungiert.

Ziel ist es, durch die Schaffung von Zuständigkeiten, Regelungen und Übertragung einfacher Aufgaben an fachlich geeignete und motivierte Gesellen dem Auszubildenden den Einstieg in das Berufsleben und die Integration in den Ausbildungsbetrieb zu erleichtern sowie Erfahrungs- und Wissenstransfer zu fördern und somit die Ausbildungsqualität insgesamt zu verbessern.

2 Bestandsaufnahme

Besondere Arbeitsbedingungen

Im Gegensatz zum stationären Gewerbe ist das Baugewerbe gekennzeichnet durch einen häufigen Wechsel des Produktionsortes Baustelle. Dies trifft insbesondere auf KKU des Baugewerbes zu, welche im Gegensatz zur Bauindustrie fast ausschließlich mit Klein- und Kleinstbaustellen betraut sind.

Mit den wechselnden Baustellen ist oft eine Veränderung der Teamzusammensetzung verbunden. Für diese ist kennzeichnend, dass der Auszubildende den größten Teil seiner Arbeitszeit mit Gesellen verbringt und somit nicht mit dem für die Ausbildung verantwortlichen Meister beziehungsweise Unternehmer.

Je nach Gewerk ist auf den Baustellen der KKV oftmals ein direkter Kundenkontakt gegeben. In diesem Zusammenhang wirkt sich das Verhalten und Zusammenspiel der Beschäftigten unmittelbar auf das äußere Erscheinungsbild des Unternehmens aus. Eine entsprechende Erwartungshaltung zeigt sich nicht zuletzt auch vermehrt beim Kunden. Weder der Berufsschulunterricht oder die ÜBL noch die Vermittlung durch den oftmals „zu selten“ anwesenden Meister können üblicherweise diese Lücke schließen. Entsprechend geschulte und ständig begleitende Gesellen könnten hier Abhilfe leisten.

Wie bereits erwähnt weist das Baugewerbe eine der höchsten Unfallquoten auf, wodurch der Vermittlung arbeitsschutzfachlicher Kenntnisse im Rahmen der Berufsausbildung eine besondere Bedeutung zukommt.

Besonderheiten aus Sicht der Auszubildenden

- Die Arbeitszeiten im Baugewerbe weichen stark von den bisher gewohnten Schulzeiten ab.
- Die Auszubildenden sind es nicht gewohnt, in diesem Umfang körperliche Arbeit zu verrichten.
- Die Betriebsabläufe und –strukturen sind zu Beginn unbekannt.
- Grenzen werden nicht aufgezeigt.
- Eine mangelnde Ausbildungsreife (insbes. Disziplin, Höflichkeit, Zuverlässigkeit) erschwert die Ausbildung zusätzlich.
- Auszubildende fühlen sich nicht als „produktive“ Mitarbeiter.

In der Folge sind Auszubildende oftmals unsicher und hilflos. Die Motivation sinkt und das Interesse am Beruf nimmt ab. Ausbildungsverantwortliche und Gesellen begründen dieses Verhalten schnell mit mangelnder Ausbildungsreife. Jugendliche lernen häufig besser, wenn sie den Eindruck haben, jemand interessiert sich für die jeweilige Leistung.

3 Mentoring

Der Begriff Mentoring beschreibt im Allgemeinen eine Beziehung und Interaktion zwischen einem Berater (Mentor) und einem Ratsuchenden (Mentee). Diese besteht im Wesentlichen in der Weitergabe von Wissen und Erfahrung des Mentors an den Mentee mit dem Ziel der persönlichen Weiterentwicklung und beruflichen Förderung des Mentees, wobei im Idealfall beide von dieser Beziehung profitieren. [5]

Bezogen auf die Berufsausbildung im Handwerk steht nach dem Grundprinzip des innerbetrieblichen Mentoring durch die Schaffung des „zuständigen Gesellen“ (Mentors) eine weitere Person im Betrieb in der Ausbildungskette zur Verfügung. Dabei ersetzt der Mentor nicht den Ausbildungsverantwortlichen/Meister oder übernimmt dessen Aufgaben, sondern trägt durch die Übernahme bislang nicht geregelter Aufgaben und Zuständigkeiten als zusätzlicher „Ausbildungsverantwortlicher“ zur Verbesserung der Ausbildungsqualität im Rahmen des bestehenden Systems bei.

Tabelle 1: Abgrenzung der Aufgaben

Aufgaben	Meister	Mentor
Realistische (erreichbare) Ziele definieren	X	
Organisation und Umsetzung betreuen	X	
Überprüfung der Zielerreichung (Feedbackgespräche)	X	
Veränderung herbeiführen	X	
Förderung der Teamentwicklung	X	
Konfliktlösung im Team	X	
Ratgeber in Alltagsfragen		X
Weitergabe von Wissen und Erfahrung		X
Vermittlung von Umgangsformen, Fachwissen, arbeitsschutzfachlichen Kenntnissen, etc.		X
Einbindung in die Arbeitsvorbereitung		X
Einführung in Betriebsabläufe und –strukturen		X
Aufgaben auswählen und durchführen lassen		X
Vorbildfunktion	X	X

3.1 Kosten und Nutzen

Bei einer Kosten-Nutzen-Betrachtung ist zunächst augenscheinlich, dass für die Mentorentätigkeit ein gewisser Zeitaufwand entsteht, der dem Gesellen als unmittelbar produktive Arbeitszeit insoweit nicht mehr zur Verfügung steht.

Bei Betrachtung des Nutzens des Modells ist eine Differenzierung zwischen Betrieb, Gesellen und Auszubildenden notwendig.

Nutzen für den Betrieb

Die Systematisierung des Gesellen-Auszubildenden-Verhältnisses im Interesse einer besseren Ausbildung, geringerer Abbruchquoten und erhöhter Qualifikation der zukünftigen Gesellen stellt einen betriebs- und volkswirtschaftlichen Nutzen dar, der vom ausbildenden Betrieb in der Regel nicht unmittelbar erlebt werden kann. Dass dieser langfristig vom höheren Ausbildungsstand innerhalb seines Gewerkes profitieren könnte, wird ihn zeitnah oft nicht motivieren können. Dennoch vermögen die folgenden Vorteile überzeugen:

Ein auf Höflichkeit, Verlässlichkeit und pädagogischem Engagement basierender Umgang zwischen den Angestellten und insbesondere zwischen Mentoren und Mentees wird nicht nur die Chancen auf einen Ausbildungserfolg optimieren, sondern insgesamt für das Betriebsklima förderlich sein. Zugleich wird die Außendarstellung gegenüber dem Kunden signifikant verbessert.

Entsprechende Umgangsformen und verbesserte Arbeitsatmosphäre helfen darüber hinaus, die Fluktuation innerhalb des Betriebes zu reduzieren, da sich der durch Mentoren betreute Auszubildende im Betrieb wohl fühlt und auch nach der Gesellenprüfung eine weitere Betriebszugehörigkeit anstreben wird.

Nutzen für den Gesellen (Mentor)

Die Entscheidung des Meisters für die Auswahl eines bestimmten Gesellen für eine Mentorentätigkeit stellt für den Gesellen eine Auszeichnung durch den Meister dar. Der ihm entgegengebrachte Respekt stärkt seine Position im Betrieb und damit seine Arbeitsmotivation und Arbeitszufriedenheit.

Durch seine pädagogischen Aufgaben wird er mit deren Umsetzung an Sozialkompetenz gewinnen können. Zugleich wird er im didaktischen Durchdenken der zu vermittelnden Fachinhalte seinen eigenen Kenntnisstand reflektieren und gegebenenfalls verbessern können.

Des Weiteren wird er – in Abgrenzung zu seiner eigenen, möglicherweise lange zurückliegenden Ausbildung – sich auch für neue Inhalte öffnen müssen, und auf diese Weise auch selbst fachlich profitieren können.

Nutzen für den Auszubildenden (Mentee)

Der durch einen Mentor betreute Auszubildende verfügt über einen ständigen Ansprechpartner. Ihm wird deutlich gemacht, dass man von Seiten des Betriebes ernsthafte Bemühungen unternimmt, seine Ausbildung effektiv zu unterstützen. Auf diese Weise wird ihm eine zeitnahe Integration in den Betrieb ermöglicht. Zugleich wird ein sich einstellendes Gefühl der Zugehörigkeit zum Unternehmen ein loyales und verlässliches Auftreten erleichtern. Ebenso werden Umgangsformen trainiert und Sozialkompetenzen erweitert.

Durch die im Mentoren-Modell systematisierte Bereitstellung von eigenverantwortlich zu erbringende Leistungen des Mentees wird er im Rahmen einer praxisorientierten Vorbereitung auf das Berufsleben Eigeninitiative und Verantwortung frühzeitig verinnerlichen. Letztlich also wird ihm ein verbessertes berufliches Fundament geboten werden.

Kosten

Das Mentorenprogramm grenzt sich bewusst bereits in seiner Grundausrichtung vom professionellen – und naturgemäß sehr viel kostenintensiveren - Coaching ab. Dennoch wird insbesondere in der Einstiegsphase für den Unternehmer ein entsprechender organisatorischer Zeitaufwand anfallen. Schon aber während der Pilotphase wird der Aufwand für den Unternehmer wie auch Meister voraussichtlich überschaubar sein.

Ebenso wird sich der Zeitaufwand für die Mentoren im Rahmen halten. Gerade der von Beginn an effektiv betreute Auszubildende wird die Existenz eines ständigen Ansprechpartners begrüßen, aber selbstverständlich nicht durchgehend nutzen müssen. Es sind darüber hinaus keine Investitionen in zusätzliches Personal oder Betriebsausstattung erforderlich.

4 Entwicklung und Einführung des Mentorenprogrammes in den Betrieb

Die Entwicklung des Mentorenprogrammes erfolgt unter Berücksichtigung der speziellen Arbeitsbedingungen im Handwerk, Erfahrungen aus bestehenden Systemen sowie den Ergebnissen aus den im Rahmen der Forschungsprojektes durchgeführten Befragungen und Workshops. Der Modellentwicklung und Einführung in den Erprobungsbetrieben liegt der sog. PDCA-Zyklus (Plan Do Check Act) [6] zugrunde. Maßgeblich ist hierbei die im System bereits integrierte ständige Selbstkontrolle und Systemanpassung durch Feedback der Auszubildenden, Mentoren und Meister.

Am Beginn des Mentorenprogrammes steht die erste Start-up-Phase, welche zunächst ausschließlich von Unternehmer und/oder Meister vollzogen wird.

Zunächst muss grundsätzlich geklärt werden, ob betriebsspezifische Besonderheiten einer Einführung des Mentoren-Programms entgegenstehen. So können ein Mangel an geeigneten Gesellen, eine zu einseitige Ausrichtung des fachlichen Angebots durch den Betrieb oder individuelle Veranlagungen des jeweiligen Auszubildenden im Einzelfall kontraproduktiv wirken.

Falls die Einführung eines Mentoren-Programms möglich und wünschenswert erscheint, so wird in einem folgenden Schritt die personale Zuordnung geregelt. Mentoren-Beauftragter (Meister), geeignete Gesellen und die zugeordneten Mentees werden im Rahmen einer Vorauswahl bestimmt.

Anschließend werden betriebsinterne Informationsveranstaltungen organisiert und angekündigt, in denen das Mentoren-Programm vorgestellt wird. Falls dieses dort nicht auf unüberwindliche Ablehnung stoßen, kann auf diese Weise die zweite Phase vorbereitet werden.

In dieser zweiten Stufe findet die Organisation nicht mehr ausschließlich zwischen Meister und Unternehmer statt, sondern dehnt sich auf Gespräche aus, die nun auch die Gesellen und im weiteren Verlauf auch die Auszubildenden einbeziehen. Neben der Klärung, welche Gesellen zu einer Mentoren-Tätigkeit bereit sind, werden konkrete Ziele benannt und Vermittlungsinhalte festgelegt. Ebenso kommt es zu einer Vorauswahl durch den Gesellen, der einzelne Mentees ablehnen kann. Des Weiteren werden Probezeiten geregelt, Feedback-Termine vereinbart und Ablaufpläne festgelegt, nach denen sich Mentor und Mentee auf den gemeinsamen Baustellen zu treffen haben.

Dem zukünftigen Mentor wird die Bedeutung seiner Aufgabe vor Augen geführt, und es wird betont, dass der Betrieb seine Kompetenz und Auftreten schätzt und erhofft, dass er diese Eigenschaften auch seinem Mentee vermitteln könne.

Schließlich werden in Absprache mit den Auszubildenden die jeweiligen Mentor-Mentee-Zuordnungen für die Probezeit verbindlich festgelegt.

Nach Durchführung der Start-up Termine und der Entscheidung zur Einführung des Mentoren-Programms im Betrieb beginnt die unmittelbare Durchführungsphase. Den Auftakt bildet ein erstes Treffen zwischen Mentor und Mentee unter Beteiligung des Mentoren-Beauftragten. Ziel dieses Termins ist eine Kontaktaufnahme der Beteiligten sowie die Aufgaben- und Zieldefinition.

Wesentliches Kennzeichen des Mentoren-Programms ist die während der gesamten Ausbildungsdauer bestehende Mentor-Mentee-Beziehung. Im Rahmen der dem Konzept des Mentorenprogrammes vorausgegangenen Befragungen und Expertengespräche wurde ein möglicher Wechsel des Mentors nach der Hälfte der Ausbildungszeit diskutiert. Aufgrund der im Vordergrund stehenden Funktion des Mentors als Vertrauensperson und Ansprechpartner wird jedoch eine dauerhafte Beziehung ohne planmäßigen Mentoren-Wechsel während der gesamten Ausbildungszeit empfohlen. Ist ein Mentoren-Wechsel jedoch erforderlich, so erfolgt dieser durch den Mentoren-Beauftragten.

Das erste Quartal der Mentor-Mentee-Beziehung wird als Probezeit betrachtet. Danach findet ein Feedback-Treffen statt, in dem alle offenen Fragen thematisiert werden. Weitere regelmäßige Feedback-Treffen werden quartalsweise empfohlen.

Tabelle 2: Vorgehensweise im Überblick

Pha- se	Besprechung/ Treffen	Wann	Teilnehmer				Handlungs- hilfe/ Gesprächs- leitfaden/ Checkliste
			Unter- nehmer	Meister	Gesellen (Men- toren)	Azubis (Men- tees)	
A	Start-up 1: Einführung eines Mentoren Systems im Betrieb	Einmalig, zu Beginn	X	(X)	-	-	Checkliste 1
B	Vorstellung des Mentoren- systems im Betrieb	Einmalig, im Rahmen einer regelm. Baustellen- besprechung oder als Sepa- rate Veranstal- tung	X	X	X	X	Checkliste 2, Powerpoint- Vorlage
C	Start-up 2: Einführungs- gespräch mit den vorausge-wählten Mentoren	Einmalig, nachfolgend zu B	X	X	X	-	Checkliste 3, Flyer für Gesellen
D	Einführungs- gespräch mit den Mentoren und Mentees	Einmalig, nachfolgend zu C (1 Woche Abstand emp- fohlen)	X	X	X	X	Checkliste 4, Flyer für Azubis
E	Feedback- Gespräche	Regelmäßig (alle 2 Monate oder Quartals- weise)	X (ausschließlich der Mentoren- beauftragte)		X	(X)	Checkliste 5

5 Literaturverzeichnis

- [1] Berufsbildungsgesetz vom 23. März 2005 (BGBl. I S. 931), zuletzt geändert durch Art. 24 G v. 20.12.2011 I 2854, § 79 Abs. 1 u. § 83 Abs.1
- [2] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) (HRSG.) (2012). Berufsbildungsbericht 2012, Bonn, BMBF, S. 35
- [3] BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (BIBB) (2012). Datenbank Auszubildende auf Basis der Daten der Berufsbildungsstatistik der statistischen Ämter des Bundes und der Länder“ <http://www.bibb.de/de/5490.htm> (Stand: 17.09.2012)
- [4] BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN (BAUA) (HRSG.) (2010). Azubis sicher und gesund ausbilden - Unfallrisiko für Berufsanfänger senken. <http://www.baua.de/de/Presse/Pressemitteilungen/2010/03/pm023-10.html> (Stand: 17.09.2012)
- [5] BECKER, M. (2009). Personalentwicklung - Bildung, Förderung und Organisationsentwicklung in Theorie und Praxis. 5. erw. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, S. 546
- [6] IMAI, M. (1992). Kaizen - Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. 6. Auflage. München: Wirtschaftsverlag Langen Müller Herbig, S. 86

Stefan Hamann

Technische Universität Braunschweig, Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb
stefan.hamann@tu-braunschweig.de

Fortschreibung der Gemeinkosten bei technischen und bauzeitlichen Nachträgen – Gibt es eine übliche Zusammensetzung von AGK und BGK?

Kurzfassung: Bei der Geltendmachung von Ansprüchen aus Leistungsänderungen und Bauzeitverlängerungen kommt es zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern immer wieder zu Diskussionen über die Fortschreibung der Gemeinkosten. Die von Baubetrieblern und Baurechtlern vorgeschlagenen Methoden der Preisfortschreibung gehen dabei in der Regel von einer „üblichen“ Zusammensetzung der Gemeinkosten aus. Es gibt jedoch eine Reihe von Faktoren, welche die unternehmerische Entscheidung der Kostenzuordnung beeinflussen und somit eine Verallgemeinerung der Zusammensetzung von Allgemeinen Geschäftskosten und Baustellengemeinkosten nicht zulassen. Da diese je nach Anspruchsgrundlage jedoch unterschiedlich fortzuschreiben sind, kann die Kostenzuordnung erhebliche Auswirkungen auf den Erlös der Gemeinkosten insgesamt haben.

1 Einleitung

Sowohl bei der Kalkulation von technischen Nachträgen als auch bei der Geltendmachung von Mehrkostenerstattungsansprüchen aus einem gestörten Bauablauf stellen die Gemeinkosten ein konfliktträchtiges Problem dar. Ein häufiger Diskussionspunkt zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern ist, wie die Gemeinkosten bei Leistungsänderungen und Bauzeitverlängerungen fortzuschreiben sind. Da die Gemeinkosten in der Regel einen nicht unerheblichen Anteil des Angebotspreises eines Bauprojekts ausmachen, kann eine nicht sachgerechte Fortschreibung der Gemeinkosten sowohl für Auftragnehmer als auch für Auftraggeber erhebliche finanzielle Nachteile nach sich ziehen.

Ein derzeit sowohl in der baurechtlichen als auch in der baubetrieblichen Literatur sehr intensiv diskutiertes Thema ist, ob Auftragnehmer im Fall von auftraggeberseitig zu vertretenden Bauzeitverlängerungen einen Anspruch auf Ausgleich einer möglichen Unterdeckung von Allgemeinen Geschäftskosten (AGK) haben. Ein wesentlicher Diskussionspunkt ist, ob es sich bei AGK um eine umsatz- oder zeitabhängige Größe handelt. Eines der Hauptargumente der Gegner eines Ausgleichsanspruchs ist, dass AGK regelmäßig als umsatzbezogene Größe¹ in die Kalkulation eingehen. Solange sich der Umsatz infolge einer Störung nicht ändert, sondern lediglich später erwirtschaftet wird, würde dem Auftragnehmer kein Nachteil entstehen. Befürworter eines Ausgleichsanspruchs hingegen argumentieren, dass die AGK zwar als umsatzabhängige Größe angegeben werden², tatsächlich jedoch größtenteils zeitabhängig entstehen und somit bei einem Bauzeitverlängerungsanspruch des Auftragnehmers entsprechend fortzuschreiben wären.

¹ Der AGK-Zuschlag wird in der Regel als Anteil an der Nettoangebotssumme oder Zuschlag auf die Herstellkosten angegeben.

² Insbesondere dann, wenn Auftraggeber das Ausfüllen der Formblätter des Vergabe- und Vertragshandbuchs für die Baumaßnahmen des Bundes (VHB) verlangen.

Fortschreibung der Gemeinkosten bei technischen und bauzeitlichen Nachträgen – Gibt es eine übliche Zusammensetzung von AGK und BGK?

Die Frage, wie die Gemeinkosten sowohl bei Leistungsänderungen als auch bei Bauzeitverlängerungen fortzuschreiben sind, ist eng mit der Frage nach der Zusammensetzung der Gemeinkosten verbunden. Hierbei suggerieren viele Literaturansätze zur Gemeinkostenfortschreibung, dass die Zusammensetzung der Gemeinkosten feststehenden Regeln folgt. Teilweise wird sogar von einer „üblichen Zusammensetzung“ gesprochen. Ob diese verallgemeinerte Betrachtung der Gemeinkosten die Realität in der Vielzahl unterschiedlicher am Bauprozess beteiligter Unternehmen abbildet, wird meist nicht hinterfragt.

Der vorliegende Beitrag soll zeigen, dass es eine Reihe von Faktoren gibt, die eine allgemeine Aussage zur Zusammensetzung und somit auch zur Fortschreibung der Gemeinkosten nicht zulassen. Grundlage der Betrachtung ist die üblicherweise in Lehrbüchern vorzufindende Aufteilung der Gemeinkosten, welche im zweiten Abschnitt kurz dargestellt wird. Anschließend werden im dritten Abschnitt Faktoren vorgestellt, die eine Zuordnung von Kosten zu den Gemeinkosten maßgeblich beeinflussen können. Welche Auswirkungen die Gemeinkostenzusammensetzung auf die Vergütung von Leistungsänderungen haben kann, wird abschließend im vierten Abschnitt beleuchtet.

2 Gemeinkosten bei der Ermittlung von Baupreisen

Mit dem Begriff Gemeinkosten werden in der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre all diejenigen Kosten bezeichnet, die im Rahmen der Leistungserbringung in unterschiedlichen Unternehmensbereichen (Kostenstellen) entstehen, jedoch keinem Produkt (Kostenträger) unmittelbar zugeordnet werden können [1]. Die Gemeinkosten werden durch die Leistungserbringung insgesamt verursacht. In produzierenden Unternehmen werden die Gemeinkosten in der Regel nach den Kostenstellen differenziert, in denen sie anfallen. Meist wird zwischen Materialgemeinkosten, Fertigungsgemeinkosten, Verwaltungsgemeinkosten und Vertriebsgemeinkosten unterschieden [1].

Die Gemeinkosten können weiterhin unterschieden werden in „echte“ und „unechte“ Gemeinkosten [2]. Echte Gemeinkosten sind Kosten, die sich tatsächlich nicht verursachungsgerecht einem bestimmten Bezugsobjekt zuordnen lassen. Unechte Gemeinkosten hingegen könnten theoretisch einer Bezugsgröße zugeordnet werden. Jedoch ist hier eine Erfassung und Zuordnung mit höherem Aufwand verbunden und somit für das Unternehmen nicht wirtschaftlich oder nicht zweckmäßig.

2.1 „Übliche“ Zusammensetzung der Gemeinkosten in der Bauwirtschaft

In der Baubetriebswirtschaft wird traditionell zwischen Baustellengemeinkosten (BGK) und Allgemeinen Geschäftskosten (AGK) unterschieden. Definitionsgemäß handelt es sich bei den BGK um Kosten, die zwar einem konkreten Bauauftrag als Kostenträger zugeordnet werden können, sich jedoch innerhalb des Auftrags keiner Teilleistung direkt zurechnen lassen [3]. Die AGK, die häufig auch als Verwaltungsgemeinkosten oder Overhead bezeichnet werden, entstehen demgegenüber nicht durch einen bestimmten Bauauftrag, sondern durch den Betrieb des Unternehmens als Ganzes [3].

Hinsichtlich der Zusammensetzung der AGK und BGK ist zunächst festzustellen, dass es keine vorgeschriebene Zuordnungssystematik gibt. Grundsätzlich ist es eine unternehmerische Entscheidung, welche Kosten den AGK und den BGK zugeordnet werden. Eine mögliche und bis heute in der Bauwirtschaft überwiegend angewendete Zuordnungssystematik, die auch in den meisten baubetriebswirtschaftlichen Lehrbüchern wiedergegeben wird, wurde bereits 1940 von OPITZ veröffentlicht [4]. Die von OPITZ vorgeschlagene Zuordnung ist im nachfolgenden Bild zusammengefasst.

Typische Bestandteile der	
Baustellengemeinkosten	Allgemeinen Geschäftskosten
<ul style="list-style-type: none"> – Kosten für Einrichten und Räumen der Baustelle – Vorhaltekosten – Betriebs- und Bedienungskosten – Kosten der örtlichen Bauleitung – Kosten der technischen Bearbeitung, Konstruktion und Kontrolle – Allgemeine Baukosten – Sonderkosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Kosten der Oberleitung und Verwaltung – Kosten des Bauhofes – Freiwillige soziale Aufwendungen – Steuern und öffentliche Abgaben – Beiträge zu Verbänden – Versicherungen – Sonstige Allgemein Geschäftskosten

Bild 1: Bestandteile der BGK und AGK

Einschränkend wird von OPITZ angeführt, dass nicht alle Kosten, die in der Verwaltung und im Bauhof anfallen, zwingend zu den AGK gehören [4]. So gehören alle Kosten für Leistungen, die sonst von Dritten für einen Bauauftrag erbracht werden müssten, zu den Herstellkosten, auch wenn sie in der Unternehmenszentrale entstehen. Als Beispiele werden die Kosten der Entwurfsbearbeitung, der Bearbeitung der Ausführungsunterlagen sowie die Kosten eines zentralen Lohnbüros angeführt. Ebenso gehören Werkstattleistungen des Bauhofes, die für einen bestimmten Auftrag erbracht werden, nicht zu den AGK. Aus praktischen (oder auch wirtschaftlichen Gründen) ist es jedoch möglicherweise für ein Unternehmen nicht sinnvoll, jede Ausgabe in der Verwaltung oder auf dem Bauhof dahingehend zu untersuchen, ob sie zu den Herstellkosten (= Summe aus Einzelkosten und BGK) gehört. So können auch Kosten die eigentlich zu den Herstellkosten gehören, in den AGK verrechnet werden.

Hier kommt der Begriff der „unechten Gemeinkosten“ wieder ins Spiel. Unter bestimmten Umständen, auf die in Abschnitt 3 noch genauer eingegangen wird, ist es hinsichtlich des zu betreibenden Aufwands unterschiedlich sinnvoll und zweckmäßig, die Gemeinkosten verursachungsgerecht zu erfassen und zuzuordnen [5]. STEUERL bezeichnet dies als eine „Grauzone“ [5] bei der Zuordnung von Kosten zu den AGK und den BGK. Beispiele für diesen Zusammenhang sind im folgenden Bild dargestellt.

Typische AGK	„Grauzone“ AGK - BGK	Typische BGK
Interne Personalkosten	Rechtsberatungskosten	Personalkosten/Bauleitung
Gebäudekosten	Bauhof/Werkstattkosten	Gutachten/Experten
Vertriebskosten	IT-Kosten	Baustelleneinrichtung
Reisekosten	Versicherungen	Avale

Bild 2: Typische Gemeinkosten [5]

Fortschreibung der Gemeinkosten bei technischen und bauzeitlichen Nachträgen – Gibt es eine übliche Zusammensetzung von AGK und BGK?

2.2 Berücksichtigung der Gemeinkosten bei der Preisbildung

Die Ermittlung von Einheitspreisen auf Grundlage eines Leistungsverzeichnisses erfolgt überwiegend nach der Methode der Zuschlagskalkulation. Hierbei werden zunächst für alle Teilleistungen die Einzelkosten ermittelt. Anschließend werden BGK, AGK sowie Wagnis und Gewinn mittels eines Verteilungsschlüssels auf die Einzelkosten der Teilleistungen umgelegt [6].

In der Bauwirtschaft haben sich zwei Varianten der Zuschlagskalkulation durchgesetzt, die sich im Wesentlichen in der Ermittlungsgenauigkeit der Gemeinkosten – insbesondere der BGK – unterscheiden. Bei der sogenannten Kalkulation mit vorbestimmten Zuschlagsätzen werden die BGK nicht projektspezifisch ermittelt, sondern aus den Gesamtkosten des Unternehmens oder aus der Nachkalkulation vergleichbarer Projekten abgeleitet [3]. Dabei wird in der Regel ein gemeinsamer Zuschlagssatz, ggf. getrennt nach unterschiedlichen Kostenarten (Lohnkosten, Stoffkosten, Gerätekosten, Fremdleistungen), für BGK, AGK, Wagnis und Gewinn gebildet.

Bei der Kalkulation über die Angebotsendsumme werden die BGK projektspezifisch ermittelt [3]. Lediglich für AGK, Wagnis und Gewinn wird ein vorab festgelegter Zuschlagssatz verwendet. Für die Ermittlung der Einheitspreise werden aus der Summe der BGK und den Beträgen für AGK, Wagnis und Gewinn die sogenannten Schlüsselkosten ermittelt, die mittels eines Verteilungsschlüssels – ggf. getrennt nach Kostenarten – auf die Einzelkosten der Teilleistungen umgelegt werden.

3 Mögliche Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung der AGK und BGK

Grundsätzlich ist es eine unternehmerische Entscheidung, auf welche Art und Weise im Rahmen der Kosten- und Leistungsrechnung Zuschlagsätze für Gemeinkosten gebildet werden und welche erfahrungsgemäß entstehenden Kosten hierin verrechnet werden. Dementsprechend steht es jedem Unternehmer frei, welche Kosten den BGK oder den AGK zugeordnet werden. Jedoch können bestimmte Faktoren die Zweckmäßigkeit und die Sinnhaftigkeit der Zuordnung beeinflussen. Dies soll nachfolgend anhand der Faktoren Unternehmensgröße und Gewerk verdeutlicht werden.

3.1 Faktor Unternehmensgröße

Welche Kosten ein Unternehmer den Baustellengemeinkosten oder den Allgemeinen Geschäftskosten zuordnet, ist unter anderem von der Größe des Unternehmens abhängig. Hierbei zielt die Unternehmensgröße insbesondere auf die Anzahl der Beschäftigten ab. Diese ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung.

Um die Gemeinkosten verursachungsgerecht in die Kalkulation einfließen zu lassen, muss ein Unternehmen zunächst überhaupt in der Lage sein, diese differenziert zu erfassen. Die Erfassungsgenauigkeit hängt dabei unter anderem davon ab, welche Ressourcen bzw. Kapazitäten einem Unternehmen in der Verwaltung zur Verfügung stehen. Im Hinblick auf die in Abschnitt 2.1 genannten „unechten Gemeinkosten“ ist es für ein Unternehmen möglicherweise unwirtschaftlich, bestimmte Kosten detailliert zu erfassen. So kann es sein, dass Kosten, die grundsätzlich einer Baustelle zugeordnet werden können, dennoch in den AGK erfasst und verrechnet werden. Großunternehmen, die entsprechende Kapazitäten im betrieblichen Rechnungswesen vorhalten, ist es hingegen i. d. R. möglich, für interne Leistungen wie z. B. interne Rechtsabteilung oder aber auch für Leistungen des Bauhofs interne Tarife zu ermitteln, um die Kosten einer Baustelle „in Rechnung“ zu stellen [5].

Zum anderen ist es je nach Unternehmensgröße unterschiedlich zweckmäßig, auf welche Art und Weise bestimmte Kosten einem Bauauftrag zugeordnet werden [5]. Als Beispiel können hier kleine inhabergeführte Bauunternehmen angeführt werden, in denen der Inhaber sowohl Bauleitungs- als auch Verwaltungsaufgaben wahrnimmt und zudem mehrere Baustellen gleichzeitig betreut. Eine lehrbuchmäßige Aufteilung, wonach die Bauleitungskosten üblicherweise zu den BGK gerechnet werden, ist hier nicht zweckmäßig. Gleiches gilt für die bei kleinen Unternehmen häufig anzutreffenden Kleintransporter, mit denen sowohl Personal als auch Material und Geräte auf die Baustellen gebracht werden. Diese Transporter stellen meist die Baustelleneinrichtung eines kleinen Bauunternehmens dar und wären daher den BGK zuzuordnen. Jedoch lassen sich die Kosten oft nicht einer einzelnen Baustelle zuordnen, so dass sie in den AGK verrechnet werden müssen.

Ein Blick auf die Unternehmensstruktur im Bauhaupt- und Ausbaugewerbe in Deutschland zeigt, dass die Kleinstunternehmen, bei denen es sich überwiegend um die genannten inhabergeführten Unternehmen handelt, mit 83,6 % den wesentlichen Anteil der Bauunternehmen ausmachen (siehe Bild 3).

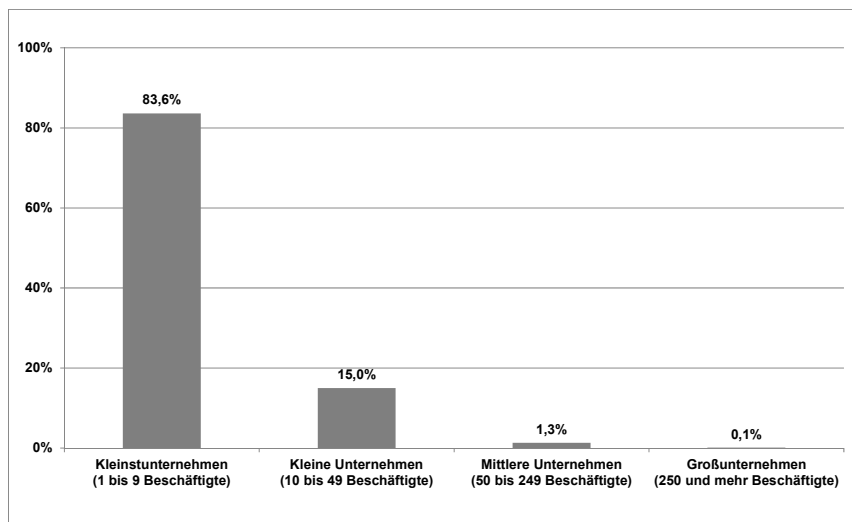


Bild 3: Unternehmensstruktur des Baugewerbes in Deutschland 2010³

Bereits an diesen einfachen Beispielen wird deutlich, dass eine allgemeine Aussage zur Zusammensetzung von AGK und BGK nicht möglich ist.

3.2 Faktor Gewerk

Lehrbücher, die die Ermittlung von Baupreisen behandeln, gehen – ohne dies explizit zum Ausdruck zu bringen – häufig von einem „klassischen“ Bauunternehmen aus, das verschiedene Leistungen z. B. aus den Bereichen Erdbau, Mauerwerksbau oder Stahlbetonbau ausführt. Zudem wird davon ausgegangen, dass alle Bauunternehmen eine ähnliche Gemeinkostenstruktur aufweisen. Tatsächlich weisen einige Gewerke gravierende Unterschiede zum klassischen Bauunternehmen auf, die anhand der nachfolgenden Beispiele deutlich werden.

³ Vgl. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/statistik/international/international-unternehmensstruktur/)

Fortschreibung der Gemeinkosten bei technischen und bauzeitlichen Nachträgen – Gibt es eine übliche Zusammensetzung von AGK und BGK?

Im Gegensatz zum Beton- und Stahlbetonbau sowie dem Mauerwerksbau, bei denen die Leistungserbringung fast ausschließlich auf der Baustelle stattfindet, erfolgt im Montagebau, wozu beispielsweise Betonfertigteilbau, Stahlbau, Holzbau und Fassadenbau gehören, die Herstellung des Bauwerks überwiegend in einem stationären Werk [6]. Auf der Baustelle werden die vorgefertigten Bauteile nur noch montiert. Somit fallen auf der Baustelle lediglich Montagekosten an, die sich im Wesentlichen aus Lohn- und Krankosten zusammensetzen. Eine umfangreiche Baustelleneinrichtung sowie ein Bauleiter sind meist nicht erforderlich. Im Montagebau entstehen ca. 75 bis 80 % der Kosten im Werk und nur ca. 20 bis 25 % auf der Baustelle. Den Hauptanteil der Gemeinkosten machen daher die sogenannten Fertigungsgemeinkosten aus. Die BGK spielen eher eine untergeordnete Rolle.

Eine ebenfalls vom klassischen Bauunternehmen abweichende Gemeinkostenaufteilung weisen die verschiedenen handwerklichen Betriebe auf, die insbesondere den Ausbauwerken zuzuordnen sind. Beispielhaft genannt seien hier die Gewerke Elektroarbeiten, Maler- und Lackierarbeiten, Heizung, Lüftung und Sanitär. Beispielsweise wird bei der Kalkulation von Preisen im Elektrohandwerk hauptsächlich in Materialgemeinkosten und Lohngemeinkosten unterschieden [7]. Dabei handelt es sich jedoch nicht um unterschiedliche Gemeinkostenarten, in der Hinsicht, dass zu den Lohngemeinkosten die Aufsichtskosten und zu den Materialgemeinkosten die Baustelleneinrichtung gezählt wird. Vielmehr werden die Gesamtgemeinkosten möglichst verursachungsgerecht auf die Kostenstellen Lohn (bzw. Handwerk) und Material aufgeteilt. Somit stecken sowohl in den Lohn- als auch in den Materialgemeinkosten Bestandteile, die in einem Rohbauunternehmen eher den BGK zugeordnet würden.

4 Unterschiedliche Behandlung der Gemeinkosten je nach Anspruchsgrundlage

Im Hinblick auf die einleitend beschriebene Problematik der Fortschreibung der Gemeinkosten bei technischen und bauzeitlichen Nachträgen ist die Zusammensetzung der Gemeinkosten von besonderer Bedeutung, da BGK und AGK je nach Anspruchsgrundlage unterschiedlich behandelt werden.

Ohne im Detail auf Einzelheiten der Vergütungsregelungen des § 2 VOB/B einzugehen lässt sich zunächst feststellen, dass grundsätzlich vorgesehen ist, die vom Unternehmer ursprünglich kalkulierte Gemeinkostendeckung zu erhalten. Dies wird besonders am Beispiel des § 2 Abs. 3 Nr. 3 VOB/B deutlich, wonach der Einheitspreis einer Position im Falle einer Mengenminderung von mehr als 10 % auf Verlangen einer Vertragspartei zu erhöhen ist. Dabei soll die Erhöhung im Wesentlichen aus der Verteilung der ursprünglich in der Position enthaltenen Gemeinkosten auf die verringerte Ausführungsmenge resultieren [8].

Soweit durch eine Leistungsänderung jedoch zusätzliche Aufwendungen entstehen oder bestimmte Aufwendungen entfallen, ist eine genauere Betrachtung der Gemeinkosten erforderlich. Dies soll zunächst am Beispiel von zusätzlichen Leistungen, die nach § 2 Abs. 6 VOB/B zu vergüten sind, verdeutlicht werden. Sofern eine Leistungsänderung nicht zu einer Veränderung des Baustelleneinrichtungsapparates führt, werden die Einzelkosten der zusätzlichen Leistung nicht mit dem Zuschlag für BGK aus dem Hauptvertrag beaufschlagt [8]. Ist jedoch infolge einer Zusatzleistung eine längere Vorhaltung oder Vergrößerung der Baustelleneinrichtung notwendig, sind die daraus resultierenden Kosten als Einzelkosten der zusätzlichen Leistung zu berücksichtigen. Diese werden ebenfalls nicht mit dem BGK-Zuschlag beaufschlagt. Eine analoge Betrachtung erfolgt bei den AGK nicht. Hier wird der AGK-Zuschlag aus der Auftragskalkulation unverändert fortgeschrieben.

Als zweites Beispiel soll die Regelung des § 8 Abs. 1 Nr. 2 VOB/B dienen. Im Fall einer sogenannten freien Kündigung durch den Auftraggeber steht dem Auftragnehmer die vereinbarte Vergütung für die entfallenen Leistungen zu, abzüglich dem, was er durch die Nichtausführung an Kosten erspart. Auch hier werden BGK und AGK unterschiedlich behandelt. BGK sind dann ersparte Aufwendungen, wenn beispielsweise durch die Kündigung die Vorhaltdauer der Baustelleneinrichtung reduziert wird [8]. Demgegenüber gehören die AGK nach Meinung verschiedener Autoren nicht zu den ersparten Aufwendungen [8, 9, 10].

Bereits anhand dieser Beispiele wird deutlich, dass die vom Unternehmer vorzunehmende Zuordnung von Kosten zu den AGK und den BGK erhebliche monetäre Auswirkungen bei der Vergütung von Leistungsänderungen haben kann. Während bei den BGK fast schon grundsätzlich davon ausgegangen wird, dass sie leistungs- oder zeitabhängig und somit bei Leistungsänderungen veränderlich sind, wird dies bei den AGK selten hinterfragt. Jedoch können, wie zuvor dargestellt, auch in den AGK in größerem Umfang zeit- oder leistungsabhängige Bestandteile enthalten sein. Ausgehend von dieser unzureichenden Betrachtung der Gemeinkostenzusammensetzung werden (überwiegend von Juristen) Mechanismen der Fortschreibung von BGK und AGK beschrieben, die aus baubetrieblicher Sicht so nicht zwangsläufig zutreffen sind.

So wird beispielweise bei einer geänderten Leistung, bei der lediglich ein teures Material verwendet wird, akzeptiert, dass die umsatzabhängig kalkulierten AGK fortgeschrieben werden, auch wenn dadurch keine zusätzlichen Aufwendungen in der Verwaltung oder bei der Baustelleneinrichtung entstehen. Demgegenüber wird bei auftraggeberseitig zu vertretenden Bauzeitverlängerungen, die mitunter einen erheblichen administrativen Aufwand bedeuten und zudem häufig zu einer längeren Bindung von Kapazitäten (sowohl in der Verwaltung als auch auf der Baustelle) führen, eine entsprechende Fortschreibung der AGK pauschal abgelehnt.

5 Fazit

Bei der Geltendmachung von Ansprüchen aus Leistungsänderungen und Bauzeitverlängerungen führen die Gemeinkosten häufig zu Problemen. Die von Baubetrieblern und Baurechtlern vorgeschlagenen Methoden der Preisfortschreibung gehen dabei in der Regel von einer „üblichen“ Zusammensetzung der Gemeinkosten aus.

Die Ausführungen zeigen jedoch, dass eine allgemeine Aussage zur Zusammensetzung von Allgemeinen Geschäftskosten und Baustellengemeinkosten nicht möglich ist, da es verschiedene Faktoren gibt, welche diese unternehmerische Entscheidung beeinflussen können. Die in Bild 2 dargestellte „Grauzone“ ist somit wesentlich umfangreicher, da Kosten wie Bauleitung und Baustelleneinrichtung, die als typische BGK gelten gerade bei kleineren Unternehmen eher in den AGK verrechnet werden.

Im Hinblick auf die einleitend dargestellte Problematik zur Geltendmachung von AGK-Unterdeckungen in bauzeitlichen Nachträgen lässt sich feststellen, dass analog zur Zusammensetzung der Gemeinkosten keine allgemeingültige Aussage möglich ist, ob die AGK überwiegend zeit- oder umsatzabhängig sind. Teilweise in der Literatur anzutreffende Aussagen, wonach die Allgemeinen Geschäftskosten zu 70 bis 80 % zeitabhängig sein würden [11], erscheinen daher sehr fragwürdig.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Wöhe, G. ; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 24. Aufl. München : Vahlen, 2010
- [2] Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon. 17. Aufl. Wiesbaden : Gabler, 2010
- [3] Hauptverband der Deutschen Bauindustrie; Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (Hrsg.): Kosten- und Leistungsrechnung der Bauunternehmen : KLR Bau. 7. Aufl. Wiesbaden, Düsseldorf : Bauverlag; Werner, 2001
- [4] Opitz, G.: Selbstkostenermittlung für Bauarbeiten : Teil I: Anleitung für den Aufbau der Preisermittlung. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Elsner, 1940
- [5] Steuerl, J.: Gemeinkosten im Baucontrolling. In: Wanninger, R. (Hrsg.): Gemeinkosten - der Konflikt um die berechtigte Deckung : Beiträge zum Braunschweiger Baubetriebsseminar vom 22. Februar 2013. Braunschweig : Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Techn. Univ. Braunschweig, 2013 (Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Heft 54), S. 17 – 26
- [6] Drees, G. ; Paul, W.: Kalkulation von Baupreisen : Hochbau, Tiefbau, Schlüsselfertiges Bauen. Mit kompletten Berechnungsbeispielen. 10. Aufl. Berlin : Bauwerk, 2008
- [7] Seischab, H. G.: Kaufmännisches Handbuch für den Elektrohandwerker : Kalkulation und Bauzeiten. 8. Aufl. München : Pflaum, 1995
- [8] Kapellmann, K. D. (Hrsg.); Messerschmidt, B. (Hrsg.): VOB Teile A und B : Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen mit Vergabeverordnung (VgV). 2. Aufl. München : Beck, 2007
- [9] Kniffka, R. ; Koeble, W.: Kompendium des Baurechts : Privates Baurecht und Bauprozess. 2. Aufl. München : Beck, 2004
- [10] Jansen, G.: Gemeinkostenunterdeckung : zum Anspruch dem Grunde nach. In: Wanninger, R. (Hrsg.): Gemeinkosten - der Konflikt um die berechtigte Deckung : Beiträge zum Braunschweiger Baubetriebsseminar vom 22. Februar 2013. Braunschweig : Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Techn. Univ. Braunschweig, 2013 (Schriftenreihe des Instituts für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Heft 54), S. 161 – 171
- [11] Vygen, K. ; Joussen, E. ; Schubert, E. ; Lang, A.: Bauverzögerung und Leistungsänderung : Rechtliche und baubetriebliche Probleme und ihre Lösungen. 6. Aufl. Köln : Werner, 2011

Sven L. Hintsche

Universität Kassel, Fachgebiet Baubetriebswirtschaft
s.hintsche@uni-kassel.de

Funktionsbauverträge im Straßenbau – bauvertragsbezogene Bewertungen bisheriger Bundesfernstraßenprojekte seitens der Vertragsparteien

Kurzfassung: Das Vertragsmodell Funktionsbauvertrag findet u. a. im Bundesfernstraßenbau immer häufiger Einzug in die Praxis. Die bislang durchgeführten Bundesfernstraßenprojekte galten als Pilotprojekte. Vor diesem Hintergrund führte der Verfasser bei den Vertragsparteien dieser Projekte eine Expertenbefragung durch. Dabei handelt es sich um Fragestellungen, die die baubetriebswirtschaftlichen Aspekte der Verträge genauer betrachten. Die Bewertungen der Vertragsunterlagen seitens der Vertragsparteien werden zunächst abgebildet, um aus den Ergebnissen anschließend die Weiterentwicklungsbedarfe für das Vertragsmodell herauszuarbeiten. Der vorliegende Aufsatz bezieht sich insbesondere auf die Zusammenhänge innerhalb des Vertragsteils C und somit auf den langfristigen Vertragsteil des Funktionsbauvertrags.

1 Einleitung

Der Funktionsbauvertrag (FBV) wurde Ende der 1990er-Jahre von einem externen Beraterkonsortium um *Knoll et al.* [1] zur Anwendung im Straßenbau im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung entwickelt. Das Vertragsmodell greift die besondere Herausforderung der Qualitätssicherung des Bauwerks Straße mit Blick auf den Lebenszyklus auf und ermöglicht Auftraggebern (AG) eine langfristige Planbarkeit von Investitionen für die bauliche Erhaltung. Straßenbauunternehmen können durch ihr besonderes technisches Know-how zur optimierten Auswahl von Materialien und Bauverfahren sowie zur hohen Qualität des Bauwerks Straße beitragen. Sie stellen sich somit einem Kompetenzwettbewerb mit anderen Bietern.

Nachfolgend werden zunächst die Ausgangssituation und der FBV als Vertragsmodell beschrieben sowie die Zielsetzung des vorliegenden Aufsatzes definiert. Anschließend erfolgt die Darstellung und Auswertung der Ergebnisse einer vom Verfasser durchgeführten Expertenbefragung, die zu Schlussfolgerungen und Weiterentwicklungsansätzen führen.

2 Ausgangssituation und Zielsetzung

Der FBV wird seit dem Jahr 2002 in der Straßenbau-Praxis eingesetzt [2]. Er kombiniert konventionelle Bauverträge mit funktionalen Leistungen sowie der vertraglichen Bindung des Auftragnehmers (AN) zur Durchführung der baulichen Erhaltung innerhalb eines Zeitraums von bis zu 30 Jahren. In dieser Zeit muss der Streckenabschnitt die vertraglich fixierten Zustandswerte einhalten, die als Qualitätsvorgabe einen festgelegten Zustand der Straße garantieren. Der FBV besteht aus drei Teilen:

- Vertragsteil A umfasst die konventionelle Bauleistung des Straßenbauprojekts (mittels Leistungsverzeichnis), die im Laufe der weiteren Vertragsdauer nicht vom AN baulich erhalten wird.
- Vertragsteil B (Funktionsbauleistung) beinhaltet alle Bauleistungen, die im Teil C in der Vertragslaufzeit baulich erhalten werden. Dies ist insbesondere der gebundene Oberbau. Die Leistung wird funktional beschrieben.
- Vertragsteil C hat die Funktionserhaltung und damit die bauliche Erhaltung der funktional erbrachten Leistung des Teils B zum Inhalt und wird ebenfalls funktional beschrieben.

Bislang gibt es ca. 20 FBV-Pilotprojekte, von denen neun Bundesfernstraßenprojekte sind. Bisherige Analysen des Verfassers [3] zeigen, dass es bei der inhaltlichen Zusammenstellung der Vertragsunterlagen Weiterentwicklungspotenziale gibt. Diese wurden mit den Vertragsparteien erörtert und im Rahmen dieses Aufsatzes weiter untersucht.

Ziel ist es, die Weiterentwicklungspotenziale der FBV zu konkretisieren und entsprechend der praxisorientierten Forschung in weitere Betrachtungen einzubinden, um den AG und AN strukturierte und ausgewogene Empfehlungen für die vertragliche Gestaltung und Abwicklung bieten zu können. Dadurch soll die Akzeptanz des FBV weiter gestärkt werden.

3 Expertenbefragung

3.1 Methodik und Vorgehensweise

Die Fragestellungen der mittels eines Interviewleitfadens im Zeitraum August 2012 bis Januar 2013 durchgeführten Expertenbefragung legen den Schwerpunkt auf baubetriebswirtschaftliche Zusammenhänge im FBV. Die Interviews wurden mit fünf AG und sechs AN unabhängig voneinander durchgeführt und anonymisiert ausgewertet. Bei den befragten AG handelt es sich um leitende Behördenangehörige, die mit den FBV-Projektausschreibungen betraut waren bzw. für diese Verträge zuständige Ministeriumsangehörige. Die befragten AN gehören in ihren Betrieben Abteilungsleitungen an oder haben Führungspositionen im operativen Geschäft inne (z. B. Oberbauleitung). Sie waren mitverantwortlich für die Angebotsbearbeitung oder die Abwicklung des jeweiligen FBV-Projektes. Alle Befragten sind an mindestens einem FBV-Bundesfernstraßenprojekt beteiligt.

3.2 Auswertung und Ergebnisse der Expertenbefragung

In der Auswertung und der Ergebnisdarstellung der Expertenbefragung werden die Ausschreibungsunterlagen, die Angebote des Teils C, die Angebotswertung und Vergabe, die Abwicklung des Vertragsteils C sowie die Risikozuordnung in den Verträgen aus AG- und AN-Sicht als Themenschwerpunkte behandelt.

Ausschreibungsunterlagen

Bei konventionellen Bauverträgen ist die Zusammenstellung von Ausschreibungsunterlagen für die AG ständige Praxis. Der funktionale Teil B sowie die lange Vertragslaufzeit der baulichen Erhaltung (Teil C) von FBV sind jedoch bislang noch keine Standardausschreibungen. Somit kommt der verständlichen und klar strukturierten Ausschreibung eine besondere Bedeutung zu. Tabelle 1 greift dieses Themenfeld auf und dokumentiert die Bewertungen der Vertragsparteien.

Tabelle 1: Ausschreibungsunterlagen – Bewertungsergebnisse der Vertragsparteien

Nr.	Fragestellung		Antwort			
			ja		nein	
1	Sind die FBV-Ausschreibungen aus Ihrer Sicht verständlich und klar strukturiert?	AN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			5		1	
2	Erachten Sie eine Referenzbauweise als einen wichtigen FBV-Ausschreibungsbestandteil für den Teil B?	AN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			4		2	
3	Sind die drei Vertragsteile aus Ihrer Sicht klar und eindeutig voneinander abgegrenzt?	AN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			3		3	
4	Bewerten Sie die Schnittstelle zwischen der baulichen Erhaltung und dem Betriebsdienst in den FBV-Ausschreibungsunterlagen und in dem Vertrag als eindeutig geregelt?	AG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			2		3	
		AN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			nein			
			6			

Bei den einzelnen Ausschreibungen, die allesamt Pilotprojektstatus haben, gibt es im Detail einige Unterschiede. Beispielsweise ist eine Referenzbauweise nicht bei allen bisherigen Pilotprojekten Planungsgrundlage für den funktionalen Teil B.

Die Eingrenzung der baulichen Erhaltung (Teil C) in den Ausschreibungsunterlagen gestaltet sich besonders aus AN-Sicht als problematisch. Auch die Mehrheit der AG bewertet die Schnittstelle zwischen der baulichen Erhaltung (AN-Leistung) und dem Betriebsdienst (AG-Leistung) in den Ausschreibungsunterlagen und dem Vertrag als bislang nicht geregelt, wobei eine Minderheit der AG diese Schnittstelle nicht als regelungsbedürftig erachtet.

Angebote des Teils C

Für die Angebotskalkulation legen die Bieter eine „Lebensdauer“ ihrer in Teil B ausgewählten funktionalen Leistungen zu Grunde, um die erforderlichen Aufwendungen für die bauliche Erhaltung abschätzen zu können. Tabelle 2 zeigt AN-Antworten auf Fragen zu ihren Angeboten.

Tabelle 2: Angebote des Teils C – Bewertungsergebnisse der Vertragsparteien

Nr.	Fragestellung	Antwort				
			ja	nein		
5	Werden die von Ihnen für das Angebot prognostizierten Zustandsentwicklungen der Straße in Ihrem Angebot begründet?	AN	1	5		
6	Sind alle Leistungen der baulichen Erhaltung einschätzbar?	AN	2	4		
7	Sind Instandhaltungsleistungen dem AN bzw. AG eindeutig zuordenbar?	AN	nein			6
8	Sind für die Kalkulation alle preisbeeinflussenden Umstände der Schnittstelle zwischen dem Betriebsdienst und der baulichen Erhaltung angegeben?	AN	nein			6

Für die Mehrheit der AN sind die Leistungen der baulichen Erhaltung nicht vollständig einschätzbar, da insbesondere die Instandhaltungsleistungen aus Sicht der AN nicht eindeutig einer Vertragspartei zugeordnet sind. Dies führt dazu, dass nicht alle preisbeeinflussenden Umstände der Schnittstelle zwischen dem Betriebsdienst und der baulichen Erhaltung angegeben sind.

In der Zusammenstellung der Angebotsunterlagen für den Teil C erwarten die AG ausnahmslos die Maßnahmenbezeichnung, die erforderliche Verkehrsführung, den zugehörigen Zeitpunkt, die angesetzte Dauer (inkl. Verkehrsbeeinträchtigungskosten VBK) sowie die kalkulierten Aufwendungen (in Euro) in den einzelnen Erhaltungsjahren. Eine detaillierte Darstellung der Erhaltungsleistungen erscheint dem AG nicht notwendig.

Angebotswertung und Vergabe

Die funktionalen Ausschreibungsteile B und C führen zwischen den Bietern zu einem Wettbewerb, der sowohl den Preis als auch das technische Konzept umfasst. Im Idealfall führt das bessere technische Konzept zu einem niedrigeren Angebotspreis. Diese Wettbewerbsentwicklung wird von den Vertragsparteien positiv bewertet (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Angebotswertung und Vergabe – Bewertungsergebnisse der Vertragsparteien

Nr.	Fragestellung	Antwort			
			ja	nein	
9	Sehen Sie die Entwicklung hin zu einem Kompetenzwettbewerb positiv?	AG	4	1	
		AN	6		
10	Erachten Sie das technische Know-how der Bieter in der Angebotswertung als ausreichend berücksichtigt? Erachten Sie Ihr technisches Know-how in der Angebotswertung als ausreichend berücksichtigt?	AG	3	2	
		AN	3	3	

Die reine preisorientierte Umsetzung des technischen Know-hows findet unter den AN bislang keine Mehrheit. Die Hälfte der AN erachtet ihr technisches Know-how in der Angebotswertung aufgrund fehlender Wertungsinstrumente für das technische Konzept eines Bieters als nicht ausreichend berücksichtigt. Dem gegenüber schätzt die andere Hälfte der AN ihr technisches Know-how durch die Wertung der technischen Konzepte im Preis als ausreichend berücksichtigt ein. Somit besteht bei der Beurteilung der

Durchsetzung eigenen technischen Know-hows am Markt ein deutlicher Widerspruch zwischen den AN. Der Wertungsmechanismus für das wirtschaftlichste Angebot, bestehend aus Preis und technischem Wert (Berechnung mittels Punktmatrix), ist für die AN intransparent und nicht nachvollziehbar. Auch bei einer AG-Minderheit besteht die Auffassung bezüglich der Angebotswertung, dass es bislang keine geeigneten Instrumente zur Berücksichtigung des technischen Know-hows von Bietern gibt.

Auf die Frage, welche Rolle der Preis bei der Angebotswertung spielt, bezeichnen die AN den Preis als den „entscheidenden“ bzw. „wichtigsten“ Bestandteil der Angebotswertung. Die AG bestätigen diese Auffassung und weisen dem gegenüber dem technischen Wert eine „untergeordnete“ bzw. in Einzelnennungen „keine“ Rolle zu.

Abwicklung des Vertragsteils C

Aufgrund der Verteilung der Verantwortlichkeiten zwischen den Vertragsparteien ergeben sich bei der Abwicklung des Teils C besondere Herausforderungen, die zwischen ihnen geregelt werden müssen.

Aus AG- und AN-Sicht bestehen zwischen den Vertragsparteien in Teil C wesentliche Schnittstellen bei der Funktionsinspektion, Abstimmung bezüglich Einzelschäden (Schaden erkennen, Schaden AN bzw. AG zuordnen, Maßnahme auswählen, Zeitpunkt der Maßnahme festlegen, Maßnahme durch AN bzw. AG durchführen), Abstimmung der Verkehrssicherung sowie Beantragung/Erteilung von verkehrsrechtlichen Anordnungen für die Durchführung von baulichen Erhaltungsmaßnahmen. Diese Schnittstellen zwischen den Vertragsparteien werden derzeit i. d. R. vor Ort und situativ gelöst. Es gibt insbesondere für die Abstimmung von Einzelschäden und deren Leistungszuordnung zum AN bzw. AG keine einheitliche Vorgehensweise. Aus AN-Sicht sind die Leistungsüberschneidungen bei den Sofortmaßnahmen am Straßenkörper und den Instandhaltungsmaßnahmen bislang ungeklärt. Ebenfalls bislang ungeklärt sind aus Sicht der Vertragsparteien die AN-Reaktionszeiten zur Durchführung von Erhaltungsmaßnahmen nach der Entdeckung eines Schadens durch eine Autobahnmeisterei/Straßenmeisterei. Mehreren AN und AG erscheinen ein einheitliches Meldesystem sowie eine einheitliche Vorgehensweise bei der Zuordnung und der Behebung von Schäden notwendig.

Risikozuordnung in den Verträgen

Die vertragsbezogenen Risikozuordnungen beziehen sich auf die Verträge der bislang durchgeführten Bundesfernstraßenprojekte. Die Fragestellungen wurden von den Vertragsparteien für den jeweiligen FBV beantwortet, an dem sie beteiligt sind, und spiegeln damit die Risikoeinschätzung der AG und AN der einzelnen Verträge wider. Bei der Befragung wurden jeweils acht der neun Bundesfernstraßenprojekte abgedeckt.

Die Befragten konnten dem derzeitigen Risikoträger (AG, AN, AG/AN) das jeweilige Risiko zuordnen. Ist im Vertrag keine eindeutige Erwähnung des Risikos vorhanden oder der Risikoträger nicht eindeutig benannt, gilt das Risiko als „nicht zugeordnet“.

Die abgefragten Risikokonstellationen des Vertragsteils C teilen sich in zwei wesentliche Risikofelder auf. Zum einen sind dies Risiken, die durch Schäden am Straßenkörper auftreten und dadurch zu Erhaltungsmaßnahmen jeglicher Art führen und zum anderen allgemeine Risiken, die aufgrund der langen Vertragslaufzeit des Teils C relevant sind.

Funktionsbauverträge im Straßenbau – bauvertragsbezogene Bewertungen bisheriger Bundesfernstraßenprojekte seitens der Vertragsparteien

Tabelle 4: Risikoziuzuordnung in den Verträgen – Zuordnungsergebnisse der Vertragsparteien (Teil 1)

Nr.	Risiko	Fragestellung	AG-Sicht				AN-Sicht			
			Derzeitiger Risikoträger				Derzeitiger Risikoträger			
			AG	AN	AG/AN	Nicht zugeordnet	AG	AN	AG/AN	Nicht zugeordnet
1	Schäden durch Dritte	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden durch Dritte?	8				4			4
2	Schäden durch höhere Gewalt	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden durch höhere Gewalt?	6			2	4	1		3
3	Schäden durch Betriebsdienstmaßnahmen (z. B. Winterdienst)	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden durch Betriebsdienstmaßnahmen?	3			5	3			5
3.1	Nachweis bei Schäden durch den Betriebsdienst	Welche Vertragspartei trägt das Beweisrisiko (Nachweisrisiko) bei Schäden durch Betriebsdienstmaßnahmen?	1			7	2			6
4	Schäden durch unterlassene Betriebsdienstmaßnahmen	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden durch unterlassene Betriebsdienstmaßnahmen?	1			7	2			6
4.1	Nachweis bei Schäden durch unterlassene Betriebsdienstmaßnahmen	Welche Vertragspartei trägt das Beweisrisiko (Nachweisrisiko) bei Schäden durch unterlassene Betriebsdienstmaßnahmen?	1			7	2			6
5	Schäden, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern?	3	3	2		2			6
5.1	Schäden an Fahrbahnen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden an Fahrbahnen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern?	2	4	2		2			6
5.2	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern?	2	3	2		2			6
5.3	Schäden an unbefestigten Flächen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden an unbefestigten Flächen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern?	3	2	2		1		1	5
5.4	Schäden an Entwässerungseinrichtungen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei Schäden an Entwässerungseinrichtungen, die "Sofortmaßnahmen am Straßenkörper" erfordern?	2	2	2		2			5

Alle in Tabelle 4 aufgeführten Risiken weisen insbesondere bei den AN einen hohen Anteil der Einschätzung „nicht zugeordnet“ auf. Aus AN-Sicht sind vertragliche Regelungen dieser Risiken entweder nicht vorhanden oder widersprüchlich formuliert. Die Risikozuordnungen bezüglich der „Sofortmaßnahmen am Straßenkörper“ (Nrn. 5, 5.1, 5.2, 5.3 und 5.4) zeigen ebenfalls ein sehr unterschiedliches Interpretationsbild zwischen den Vertragsparteien. Aus AG-Sicht sind die Risiken im Vertrag geregelt, jedoch wird in den verschiedenen Verträgen das gesamte Zuordnungsspektrum des Risikoträgers (AG, AN, AG/AN) abgedeckt. Dem gegenüber steht die überwiegende Antwort der AN, dass die einzelnen Risiken „nicht zugeordnet“ bzw. nicht eindeutig geregelt seien.

Tabelle 5: Risikozuordnung in den Verträgen – Zuordnungsergebnisse der Vertragsparteien (Teil 2)

Nr.	Risiko	Fragestellung	AG-Sicht				AN-Sicht			
			Derzeitiger Risikoträger				Derzeitiger Risikoträger			
			AG	AN	AG/AN	Nicht zugeordnet	AG	AN	AG/AN	Nicht zugeordnet
6	Veränderung von technischen Regelwerken	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei der Veränderung von technischen Regelwerken?	3			4	2		1	5
6.1	Veränderung von Funktionsanforderungen (ZTV Funktion)	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei der Veränderung von Funktionsanforderungen?	5			2	3			5
6.2	Veränderung von Grundlagen der baulichen Erhaltung (ZTV BEA und ZTV BEB)	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei der Veränderung von Grundlagen der baulichen Erhaltung (z. B. ZTV BEA und ZTV BEB)?		4		3	2			6
6.3	Veränderung der Bemessungsweise des Oberbaus	Welche Vertragspartei trägt das finanzielle Risiko bei der Veränderung der Bemessungsweise des Oberbaus (z. B. neue RStO)?		5		2		1		6

Zu den allgemeinen Risiken in Tabelle 5 zählen Risiken, die durch die Veränderung von technischen Regelwerken entstehen können. Auch wenn technische Regelwerke im Teil C nicht vertraglich vereinbart sind, ist dennoch unklar, wie sich der Stand der Technik weiterentwickelt und welche Auswirkungen dies im Detail auf den FBV hat.

In der Gesamtbetrachtung der Risikozuordnungen ist festzustellen, dass in einigen Fällen erhebliche Interpretationsunterschiede zwischen den Vertragsparteien bestehen. Darüber hinaus sind viele der erörterten Risiken aus Sicht der Befragten in den Verträgen bislang nicht eindeutig geregelt und zugeordnet.

3.3 Schlussfolgerungen aus der Expertenbefragung für die Weiterentwicklung der FBV

Die Expertenbefragung unter den Vertragsparteien der FBV-Bundesfernstraßenprojekte zeigt zwei wesentliche Ergebnisse. Zum einen ist dies die bislang nicht eindeutig geregelte Schnittstelle zwischen dem AG-seitigen Betriebsdienst und der AN-seitigen baulichen Erhaltung und zum anderen die insbesondere aus AN-Sicht intransparente Wertungsmethodik zur Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebots.

Die problematische Risikoordnung an der Schnittstelle zwischen dem Betriebsdienst und der baulichen Erhaltung (vgl. Tabelle 4) ist eine Folge der unklaren Leistungszuordnung. Die Leistungsüberschneidungen existieren zwischen den Sofortmaßnahmen am Straßenkörper (AG-seitig) und den Instandhaltungsleistungen (AN-seitig).

Die Expertenbefragung führt daher zu dem Schluss, dass das Vertragsmodell insbesondere an zwei Punkten einen besonderen Weiterentwicklungsbedarf aufweist:

1. Die Leistungsdefinition und Leistungsabgrenzung an der Schnittstelle zwischen dem Betriebsdienst und der baulichen Erhaltung sollten konkretisiert werden. Die Leistungsabgrenzung sollte sich dabei an den für die Bieter wichtigen Informationen bezüglich preisbeeinflussender Umstände der Erhaltungsleistungen sowie an der praktischen Umsetzbarkeit dieser Leistungszuordnung orientieren.
2. Die Transparenz der Angebotswertung sollte vor dem Hintergrund der Bewertbarkeit des technischen Know-hows erhöht werden. Sowohl die Methodik als auch die Einzelkriterien für die Wertung von Angeboten sollten sich an den Erfordernissen des Transparenzgebotes orientieren und den langfristigen Vertragsteil C berücksichtigen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der FBV legt den Fokus auf die Optimierung der Bauweise mittels der zusätzlichen Verantwortung des AN für eine langfristige bauliche Erhaltungszeit. Die beiden funktionalen Teile B und C sollen sich gegenseitig ergänzen und zu dieser Optimierung führen und damit auch zu einem wirtschaftlicheren Straßenbau beitragen. Sowohl für die AG als auch für die AN ist der Einführungsprozess des FBV als alternative Straßenbauvertragsform zu herkömmlichen Einheitspreisverträgen noch nicht abgeschlossen. Zudem will die Mehrzahl der befragten AG auch zukünftig FBV ausschreiben.

Die Befragung der Vertragsparteien bisheriger Bundesfernstraßenprojekte hat teilweise unterschiedliche Interpretationsansätze bei der Auslegung der einzelnen Vertragsdetails sowie des gesamten Vertragsmodells aufgezeigt.

Diese gilt es weiterzuverfolgen und mithilfe der aufgezeigten Weiterentwicklungsansätze dazu beizutragen, dass der FBV als standardisiertes, alternatives Vertragsmodell bundesweit eingesetzt werden kann. Nach Ansicht des Verfassers bilden die Ansätze der Transparenzsteigerung und einer ausgewogenen Risikoverteilung zwischen den Vertragsparteien für diese Weiterentwicklung eine geeignete Basis.

5 Literatur

- [1] KNOLL, E. ET AL. (1999). „Funktionsbauverträge“. In: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 780.
- [2] ALTMÜLLER, P. (2012). „Entwicklung einer differenzierten Preisgleitklausel für Funktionsbauverträge im Straßenbau“. Dissertation, Kassel: kassel university press 2012.
- [3] HINTSCHE, S. L. (2012). „Funktionsbauverträge im Straßenbau – ausschreibungs- und vergabebezogene Analyse des Vertragsteils C bisheriger Bundesfernstraßenprojekte“. In: Tagungsband des 23. Assistententreffens der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik an der RWTH Aachen University, Fortschritt-Bericht VDI, Reihe 4, Nr. 218, S. 241-252.

Sebastian Hollermann

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Baubetrieb und Bauverfahren
sebastian.hollermann@uni-weimar.de

Baustelleneinrichtungsplanung in der virtuellen Realität

Kurzfassung: Die Baustelleneinrichtung für eine Baustelle muss auf das Bauwerk, die jeweilige Umgebung und die Bauverfahren abgestimmt und optimiert werden. Die Baustelleneinrichtung muss auf den Bauablauf angepasst werden und ist über die Zeit dynamisch. Um dies abbilden zu können, wird ein Bauablaufmodell (4D-Modell) zugrunde gelegt. In die Planung der Baustelleneinrichtungselemente sind außerdem verschiedene selbstverantwortlich agierende Personengruppen wie Bauherr, Bauunternehmen, Nachunternehmer, Lieferanten, Behörden, Nachbarn und Baustelleneinrichtungsbereitstellern eingebunden. Ferner ist sicherzustellen, dass es zwischen Baustelleneinrichtungsgegenständen und dem Bauwerk zu keinen Kollisionen kommt. Um bei all diesen Anforderungen für alle Beteiligten eine möglichst optimale Baustelleneinrichtung zu erreichen, werden in diesem Forschungsprojekt ein Bauwerksinformationsmodell (BIM) basierte Bauablaufmodelle einer Baustelleneinrichtungsplanung in der virtuellen Realität mit parametrisierten Baustelleneinrichtungselementen zugrunde gelegt. Darauf aufbauend werden verschiedene Planungsmethoden analysiert.

1 Einleitung

Eastman und Sacks haben festgestellt [1], dass die Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Bauwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika deutlich hinter der Gesamtarbeitsproduktivität liegt. Bild 1 zeigt die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in den Vereinigten Staaten von Amerika und Japan im Bauwesen und den übrigen Industriezweigen.

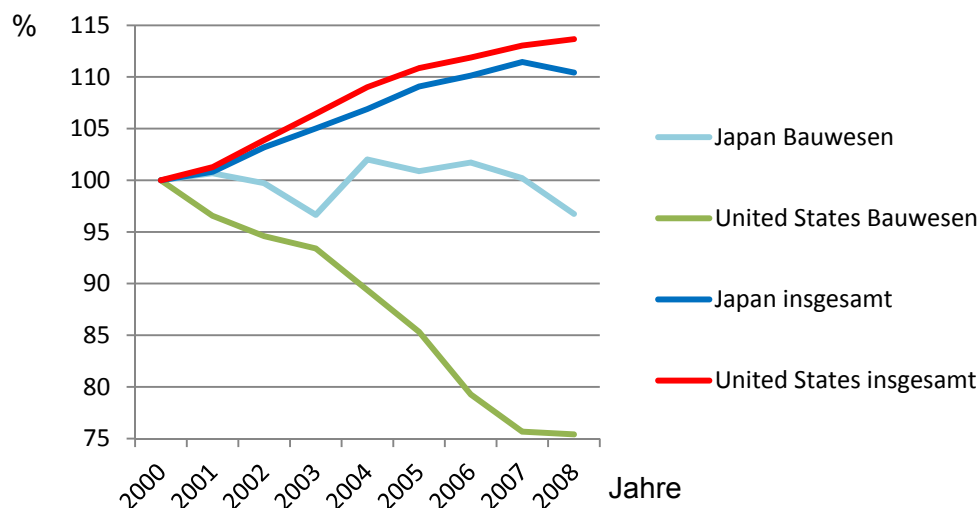


Bild1: Index der Arbeitsproduktivität, C45 Bauwesen (OECD, STAN Indicators <http://stats.oecd.org>)

Diese unterschiedliche Entwicklung der Arbeitsproduktivität ist, wie in Bild 2 zu sehen, auch in Deutschland festzustellen. Neue Technologien wie das Internet, verbesserte Kommunikations- und Datenaustauschmöglichkeiten sowie die Vernetzung von Daten und der Nutzung von Computern haben zu einer Steigerung der Arbeitsproduktivität insgesamt, aber nicht im Bauwesen geführt. In dieser Veröffentlichung wird gezeigt, wie die neuen Technologien der virtuellen Realität und der Bauwerksinformationsmodelle (BIM) die Produktivität der Baustelleneinrichtungsplanung steigern.

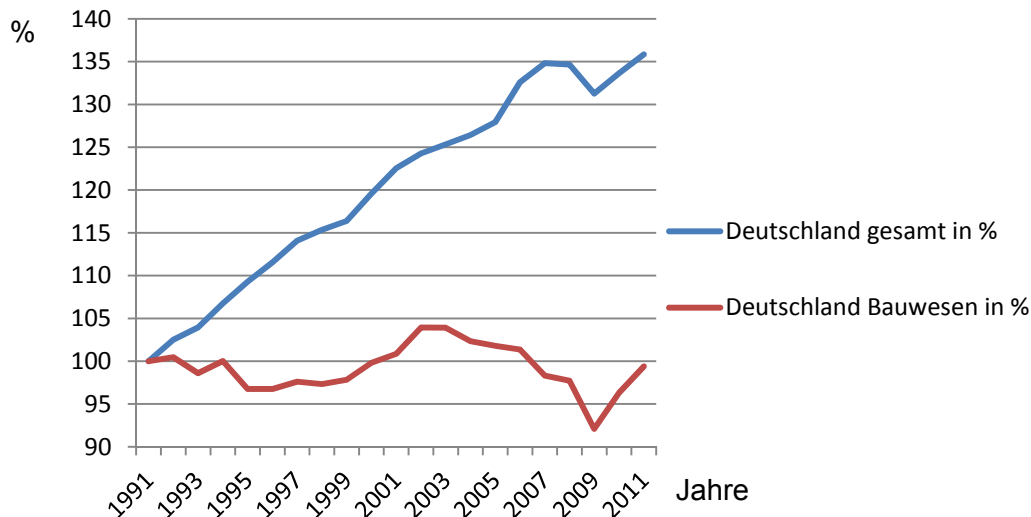


Bild 2: Arbeitsproduktivität in Deutschland je geleisteter Erwerbstätigenstunde [2]

2 Virtuelle Realität

Virtuell bedeutet: „nicht echt, nicht in Wirklichkeit vorhanden, aber echt erscheinend, dem Auge, den Sinnen vortäuschend“ [3], ferner ist eine virtuelle Realität eine „vom Computer simulierte Wirklichkeit, künstliche Welt, in die man sich mithilfe der entsprechenden technischen Ausrüstung scheinbar hineinversetzen kann“ [3]. Das Schlüsselement hierbei ist die Immersion [4], also wie gut man in die virtuelle Welt eintaucht. Eine virtuelle Realität eignet sich besonders für die interaktive Interaktion [5]. Viele Programme des rechnerunterstützten Konstruierens (CAD) ermöglichen einen virtuellen Rundgang durch das Gebäude. Diese Visualisierung auf dem Bildschirm ist eine skalierte, nicht stereoskopische Darstellung. Um sich scheinbar hineinzuversetzen in eine künstliche Umgebung, ist eine nicht skalierte, stereoskopische Darstellung notwendig. Eine solche dreidimensionale Darstellung und die Erweiterung um die Zeit als weitere Dimension wird als 4-D bezeichnet. Weitere Informationen wie Material, Ressourcen und Kosten tragen darüber hinaus dazu bei, sich besser in eine künstliche Welt hineinzuversetzen.

3 Bauwerksinformationsmodell

Ein Bauwerksinformationsmodell (BIM) enthält dreidimensionale Geometrie von Bauteilen und deren Ausrichtung und Position im Modell. Die internationale Organisation buildingSMART hat für den modellbasierten Datenaustausch im Bauwesen den offenen, objektorientierten Produktmodell-Standard der Industry Foundation Classes (IFC, ISO-16739) entwickelt. Bauteile werden als Smart Objects modelliert und in einem Bauwerksinformationsmodell instanziiert. Neben der Gebäudestruktur können weitere Informationen und Attribute wie Material, Termine und Kosten beschrieben bzw. verknüpft werden. Basierend auf diesen miteinander vernetzten und konsistenten Informationen können wie in Bild 3 dargestellt verschiedene Analysen durchgeführt werden.

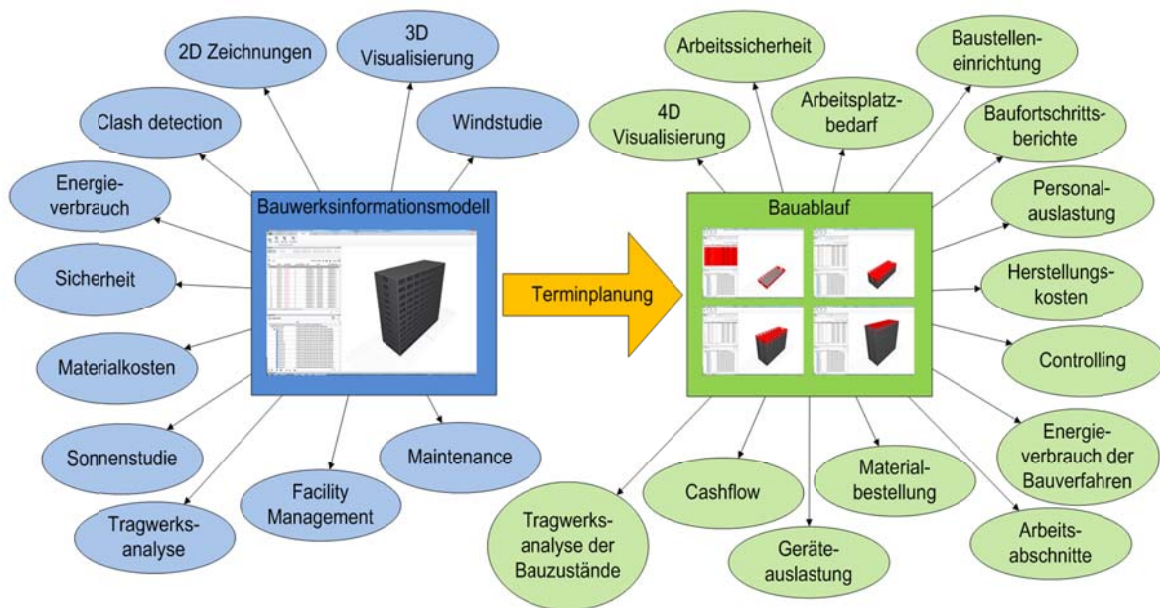


Bild 3: Bauwerksinformationsmodell basierter Bauablauf

4 Planung der Baustelleneinrichtung

Die Planung der Baustelleneinrichtung ist aufgrund des Ineinandergreifens verschiedener Modelle sehr komplex. Das Bauwerksmodell und das Bauablaufmodell sind die wichtigsten Grundlagen für eine Baustelleneinrichtungsplanung. Bild 4 zeigt die Dynamik des Bauablaufes und die Beziehung zum Bauwerk. Ein heute üblicher Baustelleneinrichtungsplan, wie er in Bild 5 dargestellt ist, stellt allerdings die Baustelleneinrichtung nur zu einem Zeitpunkt des Bauablaufes da. Die Bauprozesse und deren Baustelleneinrichtungsgegenstände müssen sowohl auf das Bauwerk und die Bauverfahren als auch auf den Bauablauf abgestimmt sein. Der in Bild 5 dargestellte Baustelleneinrichtungsplan berücksichtigt allerdings nicht die Dynamik des Bauablaufes, weshalb diese Darstellungsform nicht geeignet ist. Ein Bauwerksinformationsmodell kann das Modell des Bauwerkes und des Bauablaufes abbilden und bietet deshalb eine geeignete Grundlage der Baustelleneinrichtungsplanung. In einem Bauwerksinformationsmodell ist somit auch eine Kollisionsanalyse zwischen Bauteilen und Elementen der Baustelleneinrichtung über die Zeit möglich.

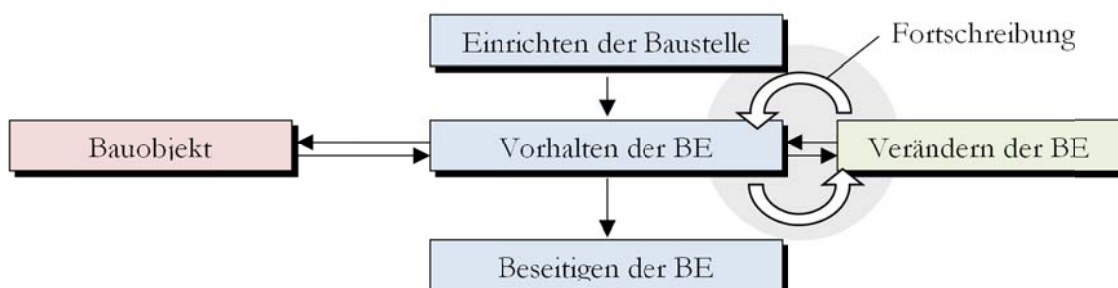


Bild 4: Planung der Baustelleneinrichtung [6]

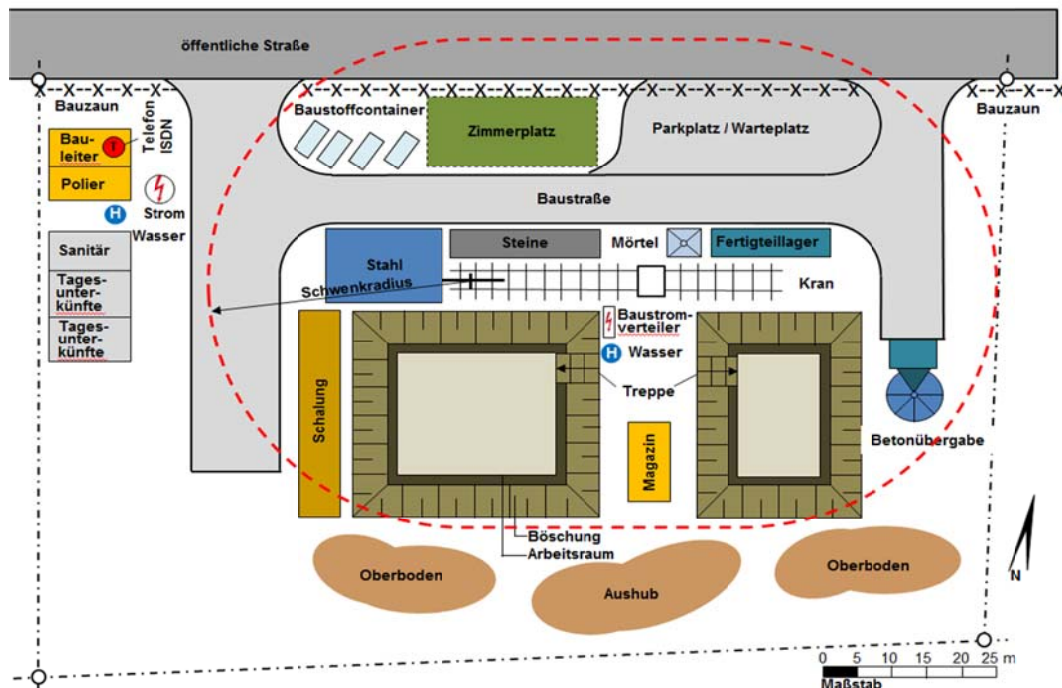


Bild 5: Beispiel für einen Baustelleneinrichtungsplan

Die Objekte der Baustelleneinrichtungselemente lassen sich wie in Bild 6 in drei Hauptkategorien einteilen. Bei Baustelleneinrichtungselementen ist ferner zu unterscheiden zwischen Elementen, die sich direkt einem Bauteil oder einem Herstellungsprozess zuordnen lassen, und Elementen, die für mehrere Bauteile oder mehrere Herstellungsprozesse benötigt werden.

Geräte / Maschinen	Temporäre Konstruktionen	Versorgung
<ul style="list-style-type: none"> Kran Betonpumpe Bagger 	<ul style="list-style-type: none"> Gerüste/Treppentürme Baustraßen Lagerflächen 	<ul style="list-style-type: none"> Tagesunterkünfte Wasseranschluss Stromanschluß

Bild 6: Kategorien der Baustelleneinrichtungselemente mit Beispielen

Um die Anwendbarkeit und Funktionalität der Baustelleneinrichtungselemente abbilden zu können, müssen die Baustelleneinrichtungsgegenstände mit ihrer inhärenten Logik modelliert sein. Eine parametrische Modellierung der Baustelleneinrichtungselemente ermöglicht ein bedarfsbezogenes Anpassen der Objekte auf die Situation. Diese objektorientierte Modellierungsart entspricht der Herangehensweise eines Bauwerksinformationsmodelles. Die Baustelleneinrichtungsobjekte müssen nur einmal mit ihrer inhärenten Logik modelliert werden und können dann mehrfach benutzt werden. Beispiele von mit Autodesk REVIT modellierten Baustelleneinrichtungselementklassen zeigt Bild 7. Inhärente Logik von Objekten der Baustelleneinrichtungsgegenstände ist die Prüfung der Parameter auf Zulässigkeit. Die Breite der Baustraße gleich null oder eine nicht ganzzahlige Anzahl an Auftritten einer Treppe sind Beispiele für nicht zulässige Parameter. Die Berechnung der Fläche und des Umfangs eines Lagers sind als Funktionen der Objekte zu modellieren. Außerdem sind Prüfalgorithmen für die Identifikation von Gefahrenbereichen und das Erkennen von Raumkonflikten sowie die farbliche Visualisierung dieser Bereiche zu hinterlegen.

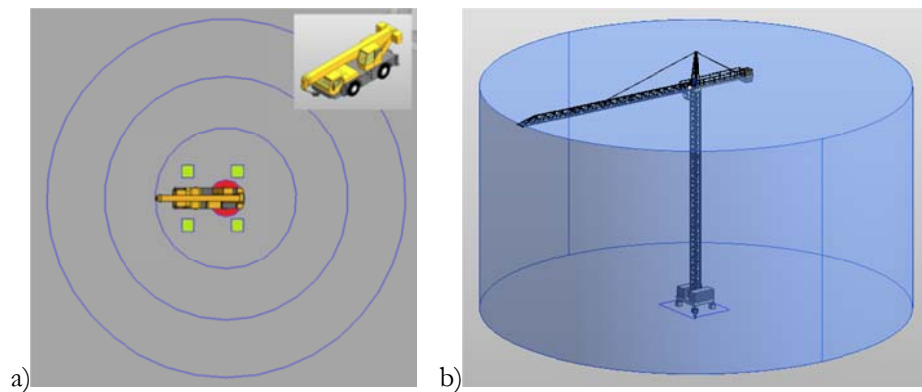


Bild 7: Darstellung von Baustelleneinrichtungselementen in Autodesk REVIT

Parameter, Eigenschaften und Informationen der Baustelleneinrichtungselemente in ihrer inhärenten Logik können als geometrische Objekte alphanumerisch oder durch Farbschemata dargestellt werden. Bild 7 zeigt die geometrische Darstellung eines Mobilkranes und eines Turmdrehkranes. Gefahrenbereiche können per Farbschemata beispielsweise rot und Aufstellflächen grün visualisiert werden.

Die Baustelleneinrichtung ist an den Standort anzupassen [7]. Hierfür ist der Baugrund mit seinen daraus resultierenden Parametern wie der Belastbarkeit und dem Böschungswinkel ein Beispiel. Bei der Modellierung von Objekten ist deshalb genau zu untersuchen, ob Parameter am Bauteil, dem Baugrund oder an Elementen der Baustelleneinrichtung hängen. Ein lastfreier Streifen kann z. B. als Parameter der Baugrube oder rund um eine Baumaschine modelliert werden. Aufgrund dieser notwendigen Vorüberlegungen bei der Modellierung von Objekten ist die Erstellung einer Datenbank mit Baustelleneinrichtungsobjekten mit einem entsprechenden Zeitaufwand verbunden.

An den in Bild 8 dargestellten Bauzuständen eines Produktionsgebäudes ist zu erkennen, dass die Baustelleneinrichtung parallel zum Bauwerk entsteht und wieder zurückgebaut wird. Lagerflächen und Baustraßen entstehen oft parallel zu den Erdarbeiten für Fundamente. Vorgänge, die keine allgemeinen Baustelleneinrichtungsgegenstände benötigen, können also direkt begonnen werden. Für die Rohbauarbeiten sind dann Baustelleneinrichtungselemente wie Krane, Lagerflächen und Baustraßen notwendig.

Für die Baustelleneinrichtung ist der Übergang von den Rohbauarbeiten, dargestellt in Bild 8 a) und b), zu den Ausbauarbeiten Bild 8 c) sehr bedeutsam. Das Transportkonzept für Rohbauarbeiten ist normalerweise von oben beispielsweise mit einem Turmdrehkran und für Ausbauarbeiten ist das Transportkonzept normalerweise von innen über Treppen und Aufzügen. Darüber hinaus ändert sich das Lagerkonzept von vorwiegend außerhalb des Gebäudes zu vorwiegend innerhalb des Gebäudes. Für die Darstellung und Visualisierung von Bauabläufen mit ihren Baustelleneinrichtungselementen ist es während der Ausbauarbeiten demzufolge notwendig, verschiedene Standpunkte auch innerhalb des Gebäudes einzunehmen.

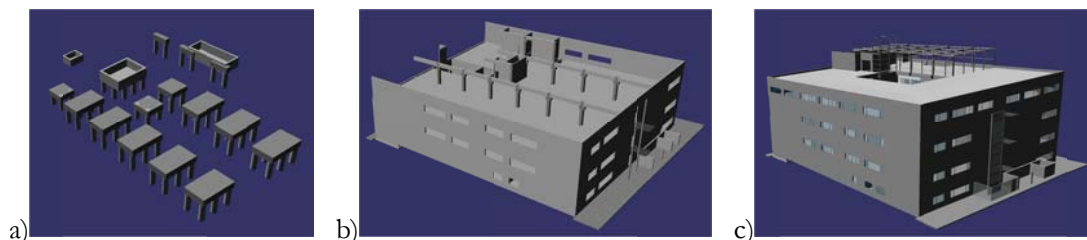


Bild 8: Bauzustände eines Produktionsgebäudes

In die Planung der Baustelleneinrichtungselemente sind verschiedene selbstverantwortlich agierende Personengruppen wie Bauherr, Bauunternehmer, Nachunternehmer, Lieferanten, Behörden, Nachbarn und Baustelleneinrichtungsbereitsteller eingebunden. Die Beteiligten haben unterschiedliches Vorwissen über Darstellungsformen im Bauwesen und verfügen über unterschiedliche Standpunkte, Einschätzungen und Beiträge zur Planung der Baustelleneinrichtung. Können mehrere Standpunkte gleichzeitig betrachtet werden, vereinfacht und beschleunigt dies den Planungsprozess. Daraus resultiert eine höhere Qualität der Planungsleistung. Zudem wird der Aufwand, verschiedene Baustelleneinrichtungsvarianten zu analysieren, durch eine Beschleunigung des Planungsprozesses vereinfacht.

Die Planungsprozesse können wie in Bild 9 dargestellt unterschiedlich ablaufen. Im Bauwesen ist die vom Nutzer bestimmte und somit auf Erfahrungswerten basierte Planung am weitesten verbreitet. Durch die Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologien werden vor allem zur Unterstützung der Planung andere Methodiken entwickelt. Aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellung und des Unikatcharakters von Bauprojekten sind diese Methoden häufig nur für Standardfälle geeignet. Daraus folgt, dass der Planer an jeder Stelle des Planungsprozess eingreifen können muss, um zusätzliche Parameter zu ergänzen oder selbst Entscheidungen zu treffen. Deshalb eignen sich interaktive Planungsprozesse besonders für das Bauwesen.

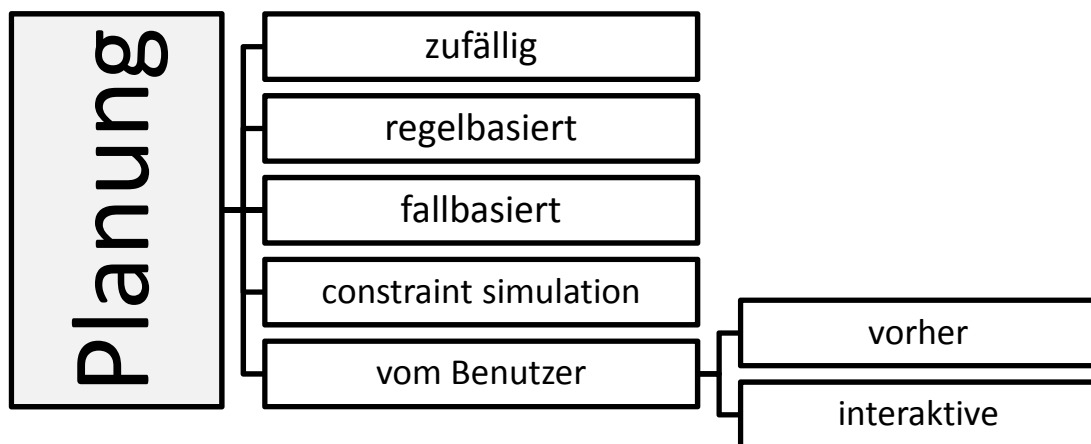


Bild 9: Ablauf von Planungsprozessen

5 4D Baustelleneinrichtungsplanung in der virtuellen Realität

Bei der Darstellung eines Bauablaufmodells wie in Bild 10 dargestellt, werden die geometrischen Formen des Bauwerks als Szenengraph im OBJ-Dateiformat gespeichert. Die optischen Daten wie Transparenz, Spiegelung, Glanzlicht usw. werden als Datei im mtl-Dateiformat abgespeichert. Zusätzliche Informationen über Eigenschaften und Parameter, die in der virtuellen Umgebung zur Verfügung stehen sollen, werden in einer oder mehreren separaten Dateien im xml-Dateiformat gespeichert. Über die objektorientierte Struktur mit einer eindeutigen Identifikation lassen sich diese Informationen wieder zusammenfügen. Für das Darstellen oder Auswerten von zusätzlichen Informationen sind selbst entwickelte Parser und Darstellungsformen notwendig. Ein virtueller Schieberegler auf einem Werkzeug der virtuellen Realität ermöglicht es, den Bauzustand zu verschiedenen Zeitpunkten darzustellen.

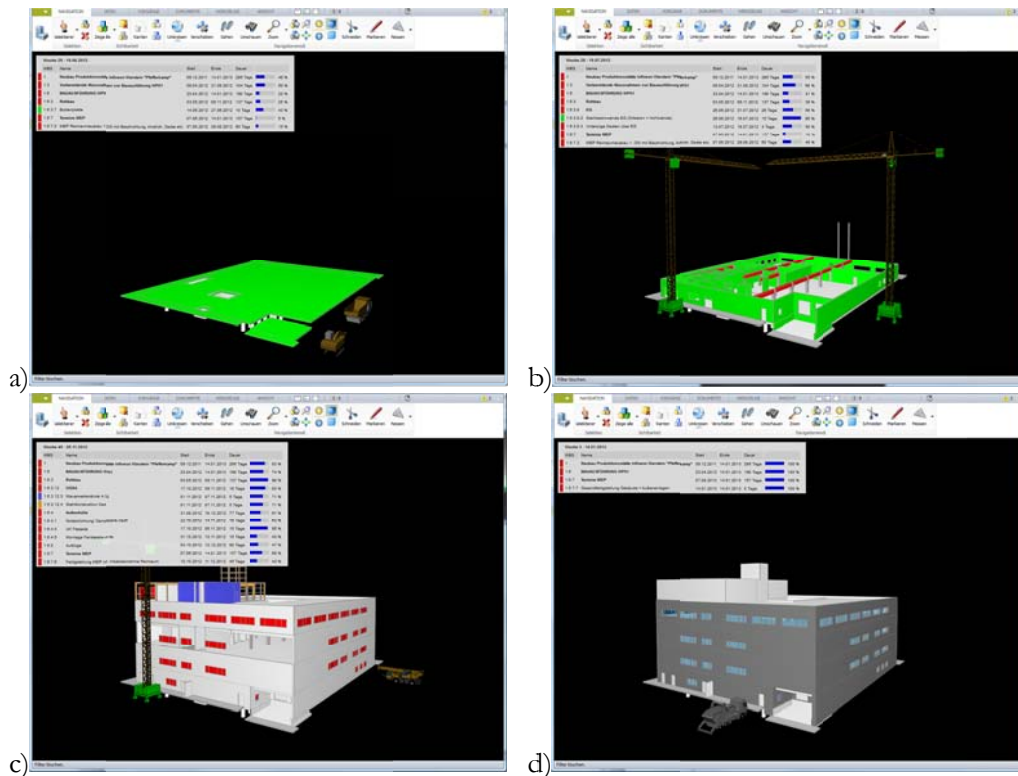


Bild 10: Bauablaufmodell (4D-Modell) mit Baustelleneinrichtungselementen

2-Dimensionale Zeichnungen erfordern vom Betrachter Vorkenntnisse, wie Darstellungselemente zu interpretieren sind. Was welche Linienart, Liniendicke, Schraffuren und Farben darstellen, muss demzufolge vom Betrachter durch Legenden und vorher erlerntes Wissen interpretiert werden. In der virtuellen Realität ist vor allem ein intuitives Verständnis der Darstellung wichtig. Einige der in der Planung der Baustelleneinrichtungselemente selbstverantwortlich agierenden Personengruppen haben begrenzte Vorkenntnisse über Darstellungsformen im Bauwesen. Das einfache Hineinversetzen in die virtuelle Realität ist deshalb eine wesentliche Verbesserung im Planungsprozess der Baustelleneinrichtungselemente.

Die stereoskopische Darstellung der virtuellen Realität gibt einen räumlichen Eindruck von der Tiefe des Raums. Abstände und Entfernungen sind bei der Planung einer Baustelleneinrichtung besonders wichtig. Für die Kommunikation mit Zeichen zwischen Kranführer und Einweiser oder die Beurteilung von Effekten bei Arbeiten in großer Höhe und an Absturzkanten ist ein räumlicher Eindruck zwingend erforderlich. Die maßstäbliche Darstellung in der virtuellen Realität und die korrekte Winkeldarstellung der Perspektiven sind wesentlich für eine möglichst gute Immersion.

Baustellen sind hochgradig dynamisch und verändern sich kontinuierlich. Bauablaufmodelle in der virtuellen Realität ermöglichen für kritische Situationen ein vertrautes Gefühl mit der Situation, der Umgebung und des Ablaufes. Deshalb werden in der Medizin komplizierte Operationen in der virtuellen Realität vorab erprobt. Die Interaktion in der virtuellen Realität ist in der Baustelleneinrichtungsplanung besonders bei der Platzierung und Dimensionierung von Baustelleneinrichtungselementen förderlich. Die Größe einer Lagerfläche oder die Position eines Turmdrehkranes können so in der virtuellen Realität sehr einfach bestimmt und verändert werden. Bei der Planung der Baustelleneinrichtung sind Baustelleneinrichtungselemente auszuwählen, zu positionieren und entsprechend des Ressourcenbedarfs des Bauablaufes mit Vorgängen und somit mit Bauteilen zu verknüpfen.

Ein Mehrbenutzersystem der virtuellen Realität, wie es bei Kulik et al. [8] beschrieben wird, ermöglicht eine Mehrbenutzerinteraktion [5]. Aufgrund der verschiedenen an der Baustelleneinrichtungsplanung beteiligten Personengruppen eignet sich ein solches System besonders für die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination auf Baustellen. Beispielsweise für interagierende Baumaschinen ist eine Vernetzung von Vorteil, weil jeder Nutzer einen räumlichen Eindruck aus seiner Perspektive bekommt. Wenn Perspektiven nur durch eine Person eingenommen werden und somit ein Zeigen von Punkten im Raum nicht notwendig ist, kann auch eine Head-Mounted-Display für diese Person eingesetzt und mit vernetzt werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der räumliche Eindruck in einer der Realität ziemlich nahekommenden Umgebung und die interaktive Planung der Baustelleneinrichtung mit mehreren Personengruppen, die ihre eigene Perspektiven einnehmen können, sind die Hauptvorteile der Baustelleneinrichtungsplanung in der virtuellen Realität. Ein Vorteil bei der Beurteilung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen ist die Möglichkeit, verschiedene Baustelleneinrichtungstypen und Varianten analysieren zu können. Außerdem bietet die virtuelle Realität für Ausbildungs- und Trainingszwecke Vorteile wie Wetterunabhängigkeit, kein Unfallrisiko, das Einsparen von Kraftstoff und keine Abnutzung der Geräte. Bei Ausbildung und Schulung werden der Lerneffekt durch Wiederholen, Lernen durch Handeln (learning by doing) und das Nachstellen von besonderen oder gefährlichen Situationen durch die virtuelle Realität wesentlich unterstützt und wirken sich somit positiv auf die Baustelleneinrichtungsplanung aus. Die Möglichkeit der Interaktion bei einer Immersion in der virtuellen Welt bietet also für die Planung der Baustelleneinrichtung erhebliche zeitliche und qualitative Vorteile.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Eastmann, C. M. (2008). "Relative Productivity in the AEC Industries in the United States for On-Site and Off-Site Activities". *Journal of Construction Engineering and Management* 134, Nr. 7, S. 517–526
- [2] Statistisches Bundesamt (2011). "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktsberechnung Detaillierte Jahresergebnisse". Fachserie 18 Reihe 1.4. Wiesbaden, 2011
- [3] Kunkel-Razum, K., Konopka, A. (2010). *Duden : Deutsch als Fremdsprache Standardwörterbuch*. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Mannheim, Dudenverlag
- [4] Shermann, W. R., Craig, A. B. (2003). "Understanding virtual reality : Interface, application, and design". San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- [5] Beck, St., Kunert, A., Kulik, A., Froehlich, B. (2013). "Immersive Group-to-Group Telepresence". In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 19, Nr. 4, S. 616–625
- [6] Bargstädt, H.-J., Steinmetzger, R. (2010). *Grundlagen des Baubetriebswesens : Skriptum zur Vorlesung*. Bauhaus-Universität Weimar, Professur Baubetrieb und Bauverfahren.
- [7] Bauer, H. (2007) *Baubetrieb*. 1. Aufl. Madison : Springer.
- [8] Kulik, A., Kunert, A., Beck, St., Reichel, R., Blach, R., Zink, A., Froehlich, B. (2011). "C1x6 : a stereoscopic six-user display for co-located collaboration in shared virtual environments". In: *ACM Transactions on Graphics* 30, Nr. 6

Wolfgang Lang

Technische Universität Graz, Professur Baubetrieb und Bauwirtschaft
wolfgang.lang@tugraz.at

Belastungsfaktoren für Baustellenführungskräfte

Kurzfassung: Negative psychische Belastungen können sich gesundheitsbeeinträchtigend und gleichzeitig leistungsmindernd auf den Menschen auswirken. Auch in der Baubranche kann eine Zunahme psychischer Belastungen bei der Arbeit beobachtet werden. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens zum Thema „Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen“ [1] wurde diese Hypothese empirisch überprüft und die Gründe für eine eventuell auftretende Überbelastung dargestellt. Dabei konzentriert sich das Forschungsprojekt auf die Baustellenführungskräfte im bauausführenden Bereich, da diese durch ihre heterogene Aufgabenstruktur besonders psychischen Belastungen ausgesetzt zu sein scheinen. Anzahl und Vielfalt der Anforderungen (wie komplexe Entscheidungsprozesse oder Umgang mit Leistungsänderungen) stellen unter dem großen Zeit- und Verantwortungsdruck eine hohe Belastung dar.

1 Einleitung

Das übereinstimmende Ergebnis von Forschungsarbeiten und Erhebungen zum Thema arbeitsbedingter Belastungen zeigt, dass psychische Faktoren zu den dominierenden Arbeitsbelastungen zählen. Dies gilt unabhängig von Branche, Qualifikation oder hierarchischer Position im Betrieb. [3]

Die Internationale Labour Organisation (ILO) vertrat schon 1993 die Meinung, dass Stress am Arbeitsplatz eines der zentralen gesundheitsbezogenen Themen unserer Zeit geworden ist, und dass die Herausforderungen für Unternehmen bezüglich Arbeitnehmerschutz¹ und innerbetriebliche Organisation zunehmend steigen werden [2]. Zunehmende Flexibilisierung und Rationalisierungsprozesse führen auch bei Baustellenführungskräften (Bauleiter, Techniker² und Poliere, im Folgendem kurz BFK) zu einer Erhöhung der Anforderungen und zu einer immer komplexer werdenden Bewältigung der Arbeitsaufgaben. Dieser Prozess ist ein erheblicher Belastungsfaktor, der negative Auswirkungen auf das psychische Umfeld der Beteiligten mit sich bringt. In weiterer Folge können diese Einflüsse auch bei Unternehmen zu monetären Verlusten aus mangelndem Projekterfolg führen.

Belastungsfaktoren sollten aus diesem Grund rechtzeitig identifiziert werden, um ein Auftreten negativer Arbeitsbedingungen im Vorfeld verhindern bzw. bereits vorherrschende negative Einflüsse reduzieren zu können.

¹ Im Sinne der Lesbarkeit gilt bei allen personenbezogenen Bezeichnungen in dieser Arbeit die gewählte Form für beide Geschlechter.

² auch bekannt als Bautechniker - sind Angestellte, die für Abrechnung, Bauführung, Entwurf etc. verantwortlich sind.

BFK vertreten das Bauunternehmen auf der Baustelle und sorgen dort im Wesentlichen für die qualitative resp. terminliche Abwicklung des Vertrages zu einem festgelegten Budget sowie die Erfüllung des abgeschlossenen Bauvertrages unter Berücksichtigung behördlicher Bestimmungen. Sie stellen die Manager und Führungskräfte im „temporären Unternehmen“ Baustelle dar und sind somit besonderen Einflussparametern ausgesetzt. Im Rahmen einer im Februar 2012 durchgeführten empirischen Untersuchung des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz wurden berufsgruppenspezifische Belastungsfaktoren für BFK identifiziert, wesentliche Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

2 Allgemeine Untersuchungen zu arbeitsbedingten Belastungen

Stellvertretend für viele ähnliche Untersuchungen zeigt Bild 1 arbeitsbedingte psychische Belastungen aus einer Befragung von 12.500 Erwerbstätigen [4]. Dabei zeigt diese Erhebung, dass nicht die Tätigkeit an sich, sondern die Eigenschaften, die diese mit sich bringt, wie bspw. zu geringer individueller Handlungsspielraum oder zeitlicher Druck negativen Einfluss auf die Psyche von Erwerbstätigen haben.

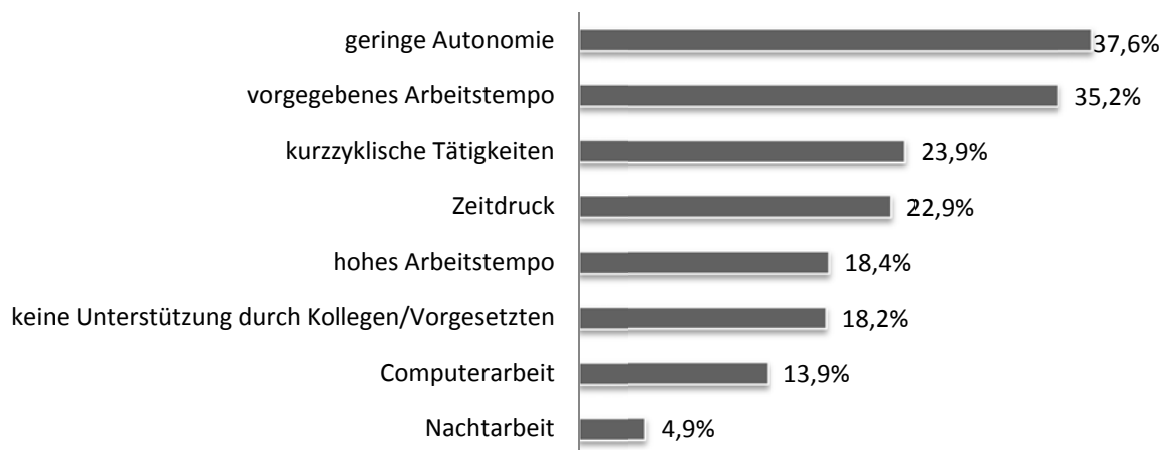


Bild 1: Arbeitsbedingte psychische Belastung (Anteil der Betroffenen)

Als Ursache für die steigende Relevanz der Thematik identifiziert das Amt für Arbeitsschutz Hamburg [5] den raschen Wandel in der Arbeitswelt von der Industrie- zur Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft, neue Arbeitsformen und -verhältnisse sowie veränderte und erhöhte Qualifikationsanforderungen. Wesentlich dabei ist die Erkenntnis, dass eine optimale Anpassung der Arbeitssysteme an die physische und psychische Leistungsfähigkeit des Mitarbeiters gerade diese in Verbindung mit seiner Gesundheit sichert und er somit langfristig zum Unternehmenserfolg beitragen kann. Dabei werden die folgenden Faktoren als bestimmend für die Leistungsfähigkeit eines Mitarbeiters in einem Unternehmen angesehen:

- Arbeitsorganisation und auszuführende Arbeitsaufgaben
- Gestaltung der Arbeitsaufgaben
- Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine
- Führungsverhalten und soziale Unterstützung im Team

3 Belastungsfaktoren im Kontext zur Leistungsfähigkeit

Neben der Erforschung von Krankheiten als Stressfolge besteht großes Interesse an den Auswirkungen von Stress auf die Leistungsfähigkeit eines Menschen. Nach Expertenmeinung stehen Stress und Leistung dabei aber nicht in linearer Beziehung zueinander, sondern stehen in Abhängigkeit einer „umgekehrten U-Funktion“ (siehe Bild 2).

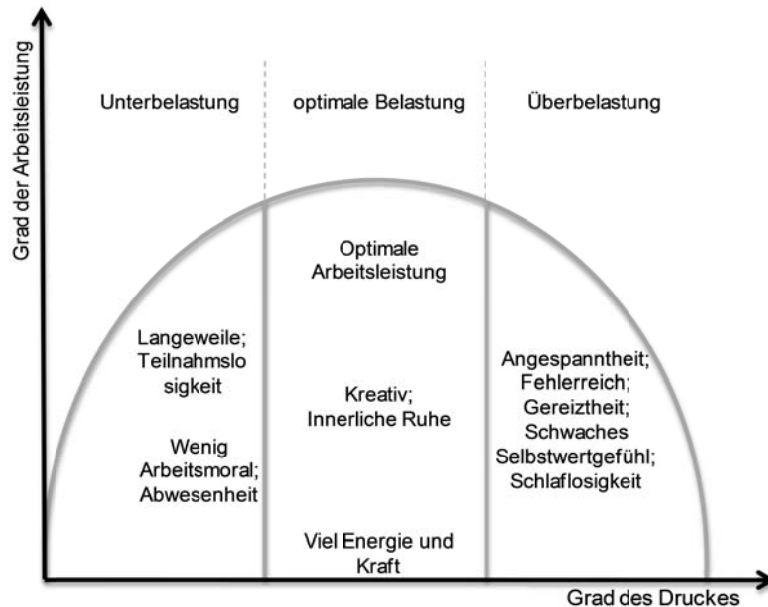


Bild 2: Beziehung zwischen Stress und Leistung in Anlehnung an [6]

Unter geringer und hoher Stressbelastung sinkt die Leistungsfähigkeit, eine mittlere Belastung ist hingegen mit hoher Leistung verbunden. Ein steigendes Stressniveau fördert nach Nitsch et al. [7] die Aktivierung und damit eine Verbesserung der Leistungsgrundlagen. Bei hohem Stressgrad kommt es jedoch zu reaktiven Hemmungen, wodurch sich die Leistungsvoraussetzungen verschlechtern.

Eine wichtige Erkenntnis der umgekehrten U-Funktion ist die Tatsache, dass schlechte Leistungen bei geringer und hoher Stressbelastung unterschiedlich begründet sind. Es gibt kein Optimum, dieses ist vielmehr aufgaben- und personenspezifisch. Eine allgemeine Beurteilung von Leistung in Abhängigkeit von Stress ist demnach nur schwer möglich, zumal Stress auch nicht allein vom eigenen Verhalten abhängig ist, sondern ebenfalls vom Verhalten anderer.

Dennoch ist es wichtig, stressauslösende und belastende Faktoren zu identifizieren, denn gerade in Bezug auf BFK beschreibt Werner [8], dass sich diese im Allgemeinen aufgrund dieser Einflüsse nicht „optimal“ auf dem sogenannten Dauerleistungsniveau (optimaler Belastungsbereich) befinden. Vielmehr wirken sich oft dauerhafte Über- (weniger Unter-)forderung auf das individuelle Leistungsniveau von BFK aus.

4 Belastungsfaktoren für BFK

Überforderung kann zu einer Leistungsminderung führen und somit eine effiziente Projektabwicklung gefährden. Lange Arbeitszeiten, Überstunden und zahlreiche Änderungswünsche können negative Auswirkungen auf die Leistung haben und die Erreichung des Qualitätsziels und die Erreichung von Mängelfreiheit beeinträchtigen.

Das Ziel eines Unternehmens sollte es sein, den Einsatz der Mitarbeiter im Bereich des Dauerleistungsniveaus einzustellen. Sind z.B. BFK aufgrund von Überlastung nicht mehr in der Lage, den weiteren Bauablauf in sinnvoller Weise und mit zeitlichem Vorlauf zu planen, reduziert sich das gezielte Führen einer Baustelle im Laufe der Bauzeit immer mehr. Eine Zunahme von Fehlern ist vorprogrammiert. Der zentralen Forderung des Unternehmens an die Bauleitung, die Baustelle unter beherrschten Bedingungen zu führen und zu überwachen, kann nicht im notwendigen Maße entsprochen werden.

4.1 Anlage der Untersuchung

Die in dieser Stelle dargestellte Untersuchung identifiziert Belastungsfaktoren und Stressoren, speziell für BFK in Großunternehmen des Geschäftsbereichs Hochbau in Österreich. Die Auswirkungen durch belastende Faktoren und Unterschiede in der Belastungseinschätzung zwischen BFK und ihren Vorgesetzten werden dargestellt. Die Studie wurde quantitativ mittels gezielter Online-Fragebögen im Februar 2012 österreichweit durchgeführt. An der Untersuchung haben sowohl Oberbauleiter und Abteilungsleiter (Vorgesetzte) als auch BFK teilgenommen. Der Fragebogen wurde an 222 Personen versandt. 163 Personen konnten rekrutiert werden (Rücklaufquote von 73%). Die Systematik hält sich weitestgehend an die Vorgehensweise einer im Jahr 1997 durchgeführten Untersuchung von Strobel/Krause [9].

4.2 Hauptergebnisse der Untersuchung

Die zehn Hauptbelastungsfaktoren, welche die Probanden der Umfrage genannt haben, sind in Bild 3 dargestellt. Die Auswertung erfolgte getrennt nach Einschätzung der Vorgesetzten und der BFK.

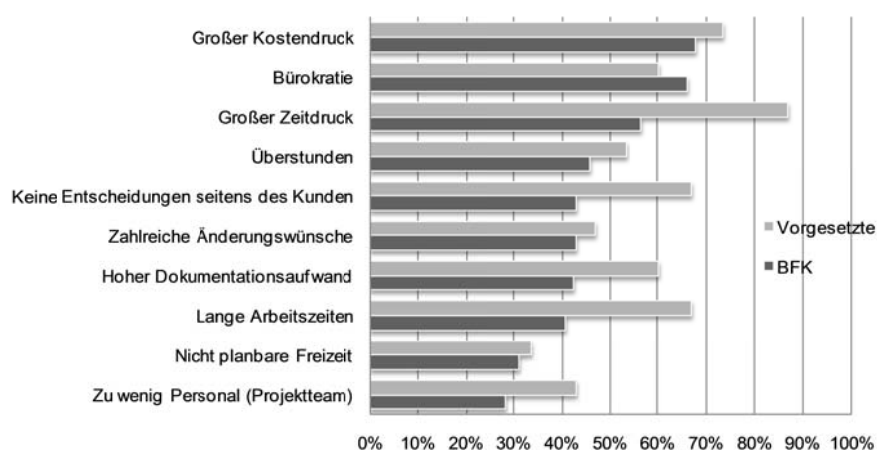


Bild 3: Belastungsfaktoren von BFK (Anzahl der Nennungen)

Zum Teil wurden die Belastungsfaktoren durch die Probandengruppen sehr unterschiedlich eingeschätzt. So sehen Vorgesetzte viele Faktoren als belastender an als die BFK selbst. Die Ergebnisse bestätigen auch die Erkenntnisse von Strobel/Krause und identifizieren zudem die „nicht planbare Freizeit“ als zusätzlichen Belastungsfaktor für BFK. Die Untersuchung zeigte, dass Kosten- und Zeitdruck sowie Bürokratie und hoher Dokumentationsaufwand als sehr starke Belastungsfaktoren empfunden werden.³

Ein weiteres Indiz für eine mögliche Überlastung ist das geleistete Arbeitspensum von BFK. Strobel/Krause stellten diesbezüglich fest, dass im Bauleitungsbereich wesentlich mehr als 45 Stunden pro Woche gearbeitet werden. Die Wochenstunden der Probanden der vorliegenden Untersuchung betragen im Schnitt ebenfalls zwischen 45-55 Stunden. Ein zu großes Arbeitspensum ist Anlass für Ärger, Frustration und starke Anspannung, wobei zusätzlich wichtige Aufgaben aufgrund des großen Arbeitsumfangs vernachlässigt werden.

Dennoch werden lange Arbeitszeiten von BFK nicht immer unmittelbar als Stressoren empfunden, sondern eher als Arbeitsbedingung hingenommen. Diese Annahme bestätigt sich auch durch die Selbsteinschätzung von BFK hinsichtlich des eigenen Arbeitsausmaßes. 45% gaben dabei an, dass sie das Stundenausmaß pro Tag als angemessen empfinden (obwohl Überstunden als ein Hauptstressor angegeben wurde), 27% empfinden das Stundenausmaß als etwas zu hoch, und 22% als viel zu hoch. Bei der Frage „Wie sieht Ihr privates Umfeld Ihr berufliches Engagement?“ gaben die BFK jedoch an, dass 82% der Personen aus ihrem privaten Umfeld denken, sie arbeiten zu viel. Lange Arbeitszeiten haben demnach Auswirkungen auf Beziehungen mit Familie und Freunden - soziale Unterstützung⁴ und der Rückhalt gehen dadurch oftmals verloren.

Zusätzlich verstärkt wird die Belastung aus dem Arbeitspensum durch die Notwendigkeit der gleichzeitigen Betreuung mehrerer Projekte. Durchschnittlich sind 84% der BFK für zwei oder mehr Projekte verantwortlich.

Als weitere wichtige Variable als Teil der psychischen Gesundheit gaben BFK ein gutes Verhältnis zu Mitarbeitern sowie ein positives Betriebsklima und Arbeitsumfeld an. Diese Form der sozialen Unterstützung hat eine Verbesserung im Umgang mit Situationen hoher Beanspruchung zur Folge und gilt als maßgeblicher Einflussfaktor auf die psychische Gesundheit und berufliche Zufriedenheit.

3 Weitere Stressoren die im Rahmen der Untersuchung genannt worden sind: zu wenig Zeit für Familie und räumliche Trennung von der Familie, oft wechselnde Arbeitsorte, Vielzahl von Besprechungen, komplexe Entscheidungen, Verantwortung (wirtschaftlich, juristisch und gegenüber Mitarbeitern), Technische Schwierigkeiten.

4 Als „soziale Unterstützung“ wird die positive und hilfreiche Interaktion von Angestellten im Arbeitsumfeld verstanden. siehe [10].

Hauptstressoren aus der Untersuchung sind im Folgenden nochmals zusammengefasst:

Kosten- und Termindruck: Kostendruck wurde als die häufigste Belastung identifiziert und ist durch den Zwang, keine unnötigen Kosten zu verursachen und permanent Kosten einsparen zu müssen, charakterisiert. Ein enger Zusammenhang besteht unter anderem zu Termindruck, denn Verzögerungen in der Fertigstellung können empfindliche Konventionalstrafen nach sich ziehen, welche das wirtschaftliche Ergebnis einer Baustelle beeinflussen. Kosten und Bauzeit sind i.d.R. bei Bauprojekten knapp bemessen und begleiten BFK ständig in ihrer Tätigkeit.

Betriebsklima: Angespannte Arbeitsbeziehungen und ein schwaches Teamgefüge wirken sich belastend auf BFK aus, denn die soziale Unterstützung im Team gibt den notwendigen Rückhalt, erfolgreich zu handeln. Erhöhte Motivation und Arbeitszufriedenheit stehen dabei ebenso in positivem Zusammenhang, wie die Erreichung des Projekterfolgs.

Kundensituation: Änderungswünsche bedingen oft einen erheblichen Mehraufwand für BFK. Die Durchführung von Umplanungen, Bestellung zusätzlicher Ressourcen, Einholung neuer Genehmigungen usw. wirken sich stressfördernd aus, zusätzlich bedingen fehlende Entscheidungen oft eine Verspätung des geplanten Ablaufs. In diesem Zusammenhang müssen BFK teilweise selbst Entscheidungen ohne ausreichende Information treffen. Dies wird als Stressauslöser bewertet, da die Unsicherheit dazu zwingt, erhöhte Risiken ohne eine entsprechende Entscheidungsgrundlage einzugehen.

Baustellenspezifische Schwierigkeiten: Die größten Probleme bilden hier das Fehlen von gut qualifizierten Facharbeitern, aber auch zu wenig Personal im Bauleitungsbereich. Darüber hinaus werden die hohen Anforderungen an die Mobilität, beispielsweise resultierend aus der gleichzeitigen Betreuung mehrerer Baustellen oder die große Distanz zwischen Wohnort und Baustelle als problematisch angesehen. Die technische Komplexität und die damit verbundenen eventuell auftretenden Probleme werden aber eher als Herausforderung empfunden.

Verwaltung und Dokumentation: Der Anstieg der Tätigkeiten wird von den BFK eher als „lästige“ Nebentätigkeit eingeordnet. Infolgedessen werden diese Tätigkeiten nicht regelmäßig bearbeitet und hinausgeschoben, sodass die angesammelte Bearbeitungsmenge als Stress empfunden wird. Gleiches gilt für die häufig „doppelte“ Dokumentation (intern und extern), die aus der großen Anzahl an zu beachtenden Vorschriften und Anweisungen resultieren.

Quantitative Arbeitsbelastung: Lange Arbeitstage, regelmäßige Überstunden und Wochenendarbeitszeit bedingen fehlende Regenerationszeiten und eine Überbeanspruchung. Dabei wird auch der geringe Umfang an zusammenhängenden Urlaubstagen und die langen Perioden, in denen kein Urlaub möglich ist, als problematisch angesehen. Die nicht planbare Freizeit stellt einen zusätzlichen Belastungsfaktor dar, welcher demotivierend auf BFK wirkt.

Unterstützung durch den Vorgesetzten: BFK bekommen oft zu wenig Unterstützung durch Vorgesetzte. Eine negative Korrelation zwischen Stress und Unterstützung ist ein Hinweis darauf, dass ein hohes Stresslevel mit einem geringen Grad an Unterstützung verbunden ist.

5 Auswirkungen der Belastungsfaktoren auf BFK

Viele BFK haben aufgrund anhaltender Belastungen Schwierigkeiten „abzuschalten“ oder sogar Schlafprobleme mit der damit einhergehenden anhaltenden Niedergeschlagenheit und Erschöpfung. Bild 4 zeigt die Auswirkungen der vorherrschenden Belastungen in Zusammenhang mit der Erholungsfähigkeit von BFK.

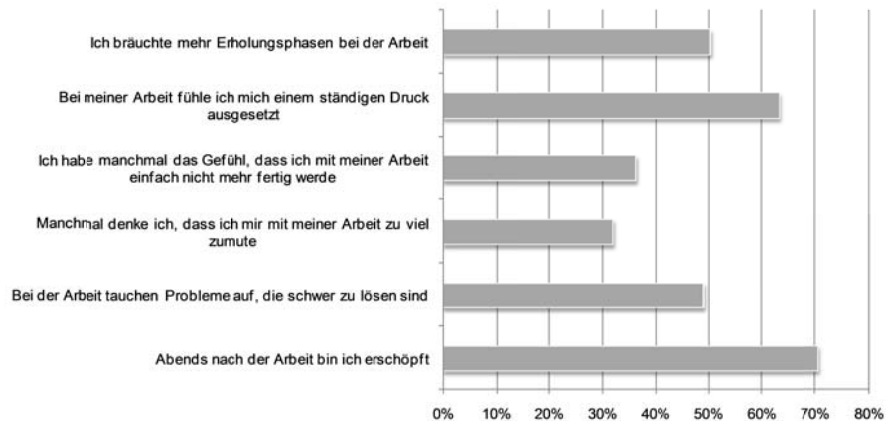


Bild 4: Auswirkungen der Stressoren auf den Arbeitsalltag von BFK

Die Konsequenzen können sich neben niedrigerer Leistungsfähigkeit, Stress und Unzufriedenheit auch in Erkrankungen manifestieren. Der Umstand der Überlastung von BFK darf durch die Vorgesetzten, aber auch seitens der BFK selbst, aus diesen Gründen nicht vernachlässigt werden.

6 Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Tendenz zur Überlastung von BFK, wobei mit Zunahme der wöchentlichen Arbeitszeit diese Probleme häufiger angegeben werden. Das Dauerleistungsniveau scheint regelmäßig überschritten zu werden. Lange Arbeitszeiten, Überstunden und zahlreiche Änderungswünsche können somit negative Auswirkungen auf die Leistung von BFK, und damit verbunden, ein erhöhtes Risiko für psychische Erkrankungen darstellen. Eine Stressreduzierung kann BFK vor belastungsbedingten Gesundheitsschäden bewahren, führt zu einer Leistungssteigerung und ermöglicht eine verbesserte Führungstätigkeit, wodurch auch eine Verbesserung des Betriebsklimas ermöglicht wird.

Zuvor muss allerdings innerhalb der Baubranche ein Bewusstsein für arbeitsbedingte psychische (Fehl-)Belastungen geschaffen werden, und verantwortliche Personen müssen sich mit der Thematik aktiv und systematisch auseinandersetzen. Erst dann können in Abstimmung der Betroffenen adäquate Werkzeuge und Maßnahmen zur Annäherung der Leistung der Mitarbeiter an das Dauerleistungsniveau eingeführt werden.

Da ein Grund für Überlastung der BFK u.a. ein Mangel an Führungspersonal auf der Baustelle darstellt, muss dieser Umstand auch im Rahmen der Führungsteamzusammenstellung für Projekte berücksichtigt und in der weiterführenden Forschungsarbeit beachtet werden.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Lang, W. (2013). "Führungskräfte der Baustelle: Evaluierung arbeitsbedingter psychischer Belastungen". In: bauaktuell. Ausgabe 4/13. Linde Verlag.
- [2] Internationale Labour Organisation. (1993). "World Labour Report". Chapter 5 - Stress at work. S. 6
- [3] Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt. (2010). „Psychische Belastungen“. Heft E14, S. 3
- [4] European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. (1992). "First European Survey on the Work Environment 1991 – 1992". Loughlinstown House, Shankill, Dublin.
- [5] Amt Für Arbeitsschutz. (2013) „Psychische Belastungen – Handlungskonzept zur Gefährdungsbeurteilung“. S. 7ff
- [6] Djerbani, R.: "The impact of stress in site management effectiveness". In: Construction Management and Economics, 1996. S. 285
- [7] Nitsch, J. R.; Allmer, H.; Fuchs, R.; Hackfort, D.; Launier, R.; Lazarus, R. S.; Levi, L.; McGrath, J. E.; Rutenfranz, J.; Selye, H.; Tschakert, R.; Udris, I.; Weidemann, B.(1981). "Stress: Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen". Verlag Hans Huber. Bern, Stuttgart, Wien. S. 110ff
- [8] Werner, M. (2001). „Einsatzdisposition von Baustellenführungskräften in Bauunternehmen“. Mensch-und-Buch Verlag. Berlin. S. 5
- [9] Strobel, G.; Krause, J. (1997) „Psychische Belastung von Bauleitern“. Wirtschaftsverlag NW. Bremerhaven. S. 23
- [10] Love, P.E.D.; Edwards, D.J. (2005) "Taking the pulse of UK construction project managers` health". In: Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 12-No. 1/2005.

Jürgen Melzner

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Baubetrieb und Bauverfahren
juergen.melzner@uni-weimar.de

Mit Bauwerksinformationsmodellen zu mehr Sicherheit auf Baustellen

Kurzfassung: Die Unfallstatistiken der BG BAU, als dem für die Baubranche zuständigen Versicherungsträger, verzeichnet seit Jahren leicht rückgängige Zahlen bei Arbeitsunfällen auf Baustellen. Jedoch sind die Unfallquoten in der Baubranche gegenüber denen anderer Wirtschaftszeige um ein Vielfaches höher. Obwohl die Präventionsarbeit und die Aufklärung viele Verbesserungen im Bereich der Sicherheit auf Baustellen bewirkt haben, sind neue Methoden bereits in der Planungsphase erforderlich, um den noch immer hohen Unfallzahlen entgegenzuwirken. Die Praxis zeigt, dass die Gefährdungsbeurteilung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen, die auf der Grundlage von Checklisten basieren, kaum an das spezifische Bauprojekt angepasst werden. Die Integration von moderner Informationstechnologie kann einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Arbeitssicherheit auf Baustellen beigetragen. Bauwerksinformationsmodelle sind eine vielversprechende Entwicklung im Bausektor und eignen sich zur Betrachtung von Arbeitssicherheitsbelangen bereits in den frühen Projektphasen. Durch die Verknüpfung der traditionellen Prozesse der Gefährdungsbeurteilung mit einem objektorientierten Bauwerksinformationsmodell können Risiken im Arbeitsschutz bereits frühzeitig kommuniziert werden.

1 Einleitung

Um den Sicherheitsstandard auf Baustellen zu verbessern, müssen sowohl die Festlegung der Sicherheitsmaßnahmen als auch die Vorbereitung und Bereitstellung der Sicherheitsausrüstung bereits in die frühen Projektphasen einbezogen werden. Traditionell werden die Planungsaufgaben im Bereich der Sicherheit von der Arbeitsvorbereitung der Bauproduktionsprozesse separat durchgeführt. Mit Einführung der Baustellenverordnung (BaustellV) sind Bauherren unter bestimmten Voraussetzungen verpflichtet, einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator (SiGeKo) einzusetzen. Aufgabe des SiGeKo ist es, bereits während der Planung eines Bauvorhabens die vorgesehenen Arbeitsschutzmaßnahmen zu koordinieren, um auf Baustellen, auf denen Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber tätig sind, gegenseitige Gefährdungen zu minimieren. Die Hauptaufgabe dabei ist das Einholen von Informationen über die Ausführungsprozesse der beteiligten Firmen und deren Koordination und Kommunikation mit allen Projektbeteiligten. Eine national bisher kaum verwendete Technik für die Beurteilung und Kommunikation von Gefährdungen von Bauprozessen ist die Verwendung von virtuellen Bauwerksinformationsmodellen. Bei Anwendung der Building Information Modelling (BIM)-Methode werden die Entscheidungsprozesse im Planungsprozess vorverlagert, da eine hohe Informationsdichte zur Erstellung des auswertbaren Bauwerksinformationsmodells vorhanden sein muss [1]. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass die Anforderungen an die SiGe-Koordination und die Erwartungen an die Arbeitsweise des Building Information Modelling Similaritäten aufzeigen.

Das Ziel des vorgestellten Ansatzes ist es, einen Überblick über bestehende Ansätze des Building Information Modelling (BIM) im Bereich der sicherheitstechnischen Planung von Baustellen zu geben. Weiter wird gezeigt, wie die aus den einzelnen Bauverfahren resultierenden Gefahren und Risiken einem Gebäudeelement zuzuordnen sind, um darauf aufbauend aus dem Bauwerksinformationsmodell die spezifische Gefährdungsanalyse automatisch ableiten zu können.

2 Arbeitssicherheit in der Arbeitsvorbereitung

Die Disposition von sicherheitstechnischen Einrichtungen ist eine komplexe Aufgabe, bei der viele Randbedingungen zu berücksichtigen sind – nicht zuletzt deshalb, weil jedes Bauwerk ein Unikat darstellt und deshalb alle Planungen für jedes Projekt neu erstellt werden müssen. Die Praxis zeigt, dass die sicherheitstechnischen Planungen oft von der Arbeitsvorbereitung des Bauablaufs entkoppelt durchgeführt werden. Diese Teilung der Aufgaben verursacht sowohl technische als auch Koordinationsrisiken. Planungs- und Koordinierungsaufgaben im Bereich der Baustellensicherheit basieren auf der individuellen Begutachtung von Ausführungsplänen. Das bedeutet, dass ein Modell des fertigen Bauwerks analysiert wird. Diese Arbeitsweise birgt das Risiko, Zwischenzustände im Bauablauf und temporäre Einrichtungen nicht ausreichend zu berücksichtigen.

Mit der Einführung der Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen – Baustellenverordnung (BaustellV) in Deutschland wurde im Jahr 1998 die Baustellenrichtlinie der Europäischen Union (EG-Richtlinie 92/57/EWG) in deutsches Recht umgesetzt [2]. Zentrales Anliegen der Baustellenverordnung ist die ganzheitliche Betrachtung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes in allen Phasen der Projektabwicklung. Bereits ab der Entwurfsplanung soll sich der Bauherr der Unterstützung durch den Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator bei der Koordination sicherheitsrelevanter Maßnahmen bedienen. Gemäß §3 BaustellV Abs. 2 hat der SiGeKo in der Planungsphase durch die Prüfung der vorgesehenen Tätigkeiten den Koordinierungsbedarf zu ermitteln. Darauf aufbauend werden im SiGe-Plan die Wege zum sicheren Arbeiten dokumentiert. Anschließend hat der SiGeKo die am Bau Beteiligten über die gegenseitigen Gefährdungen und Schutzmaßnahmen zu informieren. Dies erfolgt traditionell über den Aushang des SiGe-Plans und die Unterweisung der Mitarbeiter. Der SiGeKo hat darüber hinaus auch für die späteren Arbeiten an der baulichen Anlage eine Unterlage zu erstellen, die Angaben zur Gewährleistung von Arbeitssicherheit während der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten im Lebenszyklus des Bauwerkes enthält. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht, welche SiGeKo-Aufgaben durch die Anwendung von Building Information Modelling unterstützt werden können.

Tabelle 1: BIM-Anwendungen zur Ausführung von SiGeKo-Tätigkeiten

SiGeKo-Tätigkeit	BIM-Anwendung
Vorgesehene Tätigkeiten ermitteln, um gegenseitige Gefährdungen zu erkennen	4D-Ablaufanimation
SiGe-Plan erstellen	4D-Ablaufanimation aktualisieren
Unterweisung der Baubeteiligten	Bauwerksmodell, verlinkt mit SiGe-Plan
Information der Baubeteiligten über Schutzeinrichtungen	Bauwerksmodell mit integrierten Schutzeinrichtungen
Erstellen der Unterlage für spätere Arbeiten	Bauwerksmodell, verlinkt mit Sicherheitsdatenblättern und Verfahrensanweisungen

Der ganzheitliche Grundgedanke der Baustellenverordnung als auch die Tatsache, dass der bisherige Arbeitsablauf in der Arbeitsvorbereitung Gefahren durch Informationsverluste birgt, kann in Zukunft durch die Verwendung von Building Information Modelling zu einer verbesserten Sicherheitsplanung führen.

3 Building Information Modelling

3.1 BIM im Baubetrieb

Bauwerksinformationsmodelle (BIM) sind objektorientierte, mit zusätzlichen Informationen versehene digitale Repräsentationen eines Bauprojektes. Sowohl erste Praxisanwendungen als auch aktuelle Forschungsentwicklungen zeigen, dass durch die Verwendung von BIM die baubetriebliche Ablaufplanung unterstützt und verbessert werden kann [3]. Durch die Vielzahl an Projektbeteiligten bereits im Planungsprozess und oftmals wechselnde Planer sind die Projektinformationen ungleich unter den Beteiligten verteilt und dadurch unvollständig. Der Informationsverlust durch wechselnde Planer im Arbeitsablauf kann durch das Verwenden eines durchgängigen Bauwerksinformationsmodells vermieden werden. Auch wenn bereits in einem konventionellen zweidimensionalen Plan alle Informationen für die Errichtung des Gebäudes enthalten sind, können in Bauwerksinformationsmodellen weiterführende Daten für den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes integriert werden.

Die Verwendung von Bauwerksinformationsmodellen zeigt viele Vorteile in den unterschiedlichsten Bereichen des Baubetriebs. Durch die virtuelle Baustelle werden einmal generierte Daten im Modell über den gesamten Lebenszyklus des Objektes transportiert. Es können sowohl Massenermittlung und Kalkulation auf dem Modell aufgebaut werden als auch die Koordination zwischen den einzelnen Fachplanern damit erfolgen. Des Weiteren kann durch die Integration der Zeitkomponente der Bauzeitenplan in einer 4D-Animation der Bauprozesse erzeugt werden. Dadurch wird die Koordination der unterschiedlichen Gewerke im Zeit-Raum-Spannungsfeld erleichtert. In der Praxis gewinnt die Nutzung von objektorientierten Gebäudemodellen zunehmend an Bedeutung. Zum Beispiel fordern die Verwaltungsbehörden einiger Länder (u. a. Finnland, USA und Norwegen) den Einsatz von BIM-Standards. Und Softwareanbieter in fast allen Bereichen des Bauwesens bieten den Import von objektorientierten Bauwerksmodellen über die IFC-Schnittstelle an.

3.2 BIM zur Verbesserung der Arbeitssicherheit

Wenige Forschungsansätze greifen Bauwerksinformationsmodelle auf, um bereits im Modell vorhandene Informationen für die Planung und Verbesserung des Arbeitsschutzes auf Baustellen zu verwenden. Die vorhandenen Ansätze lassen sich in drei Kategorien einteilen.

3.2.1 Manuelle digitale Anwendungen

Sicherheitskonzepte, die bereits während der Planungsphase Aspekte der Arbeitssicherheit zur Beurteilung der Sicherheit unter Einbeziehung aller Beteiligten zulassen, werden unter dem Stichwort „Design for Safety (DfS)“ vorgestellt. In diese Kategorie sind die „Design for Construction Safety Tool Box“ [4] und das „Australian Construction Hazard Assessment Implication Review (CHAIR) Tool“ [5] einzuordnen. Hinter diesen Ansätzen stehen jeweils Datenbanken, die durch Abfragen im Checklistenformat eine Gefährdungsanalyse ermöglichen.

3.2.2 Visualisierung

Die gedankliche Zusammenführung der Ausführungspläne unterschiedlicher Gewerke unterliegt in der traditionellen Ablaufplanung dem räumlichen Vorstellungsvermögen des Ingenieurs, um sich einen ganzheitlichen Überblick über die räumlichen Situationen auf der Baustelle zu verschaffen. Der dynamische Charakter der Baustellenbedingungen erschwert den Planungsprozess zusätzlich. Weiterführende Forschungsansätze zielen darauf ab, mit Hilfe von Visualisierungstechniken Gefahrenstellen auf Baustellen in virtuellen Gebäudemodellen aufzuzeigen und sicherheitstechnische Einrichtungen darzustellen. 3D-Visualisierungen ermöglichen dem Nutzer, zukünftige Baustellen vorab zu analysieren, potenzielle Gefahrenstellen zu identifizieren und leicht verständlich zu kommunizieren. Durch diese Methode können z.B. mit Hilfe von BIM Gefahrenquellen durch die richtige Positionierung von Fassadengerüsten reduziert werden [6]. Jedoch ist es unumgänglich, den Terminplan der auszuführenden Prozesse in das Modell zu integrieren, um den dynamischen Charakter von Baustellen nachbilden zu können. Dieser Umstand wurde aufgegriffen und in das 3D-Modell der Faktor Zeit durch die Verlinkung von Gebäudemodell und Ausführungsterminplan integriert [7].

3.2.3 Automatische Analyse von Bauwerksinformationsmodellen

Die Verfahren mit automatischer Analyse greifen den Ansatz von regelbasierten Abfragen auf. Dabei werden Regeln definiert und diese auf die Objekte des Bauwerksmodells angewendet. Für die Prävention des Hauptunfallschwerpunktes auf Baustellen, den Absturzunfällen, wurden vielversprechende Ansätze mit dieser Methode vorgestellt. Durch einen regelbasierten Algorithmus haben ZHANG et al. eine Applikation zur automatischen regelbasierten Sicherheitsplanung für Absturzsicherungen entwickelt [8]. Dabei werden die gewöhnlich textbasierten Richtlinien und Normen maschinenlesbar interpretiert. Bei Ausführung der Regelabfrage werden die vordefinierten Regelsätze über die Attribute der Objekte im Bauwerksinformationsmodell miteinander verknüpft. Dies geschieht, indem die beschriebenen Regeln auf das Gebäudemodell angewendet werden.

Auf diesem Konzept aufbauend wurde von MELZNER et al. in einer Fallstudie gezeigt, dass diese Applikation flexibel auf international unterschiedliche Rahmenbedingungen und Arbeitsschutzrichtlinien anpassbar ist [9].

Dieser Überblick über die bisherigen Ansätze zeigt einige Lösungen zur Verwendung von Building Information Modelling, um die Sicherheit auf Baustellen zu verbessern. Jedoch ist die Integration der sicherheitstechnischen Planung in ein digitales Gebäudemodell noch selten und relativ kompliziert.

4 Objektorientierten Gefährdungsbeurteilung

4.1 Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung beinhaltet die Identifikation und Untersuchung von Gefahren und Risiken am Arbeitsplatz, um darauffolgend die Maßnahmen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer zu ergreifen. Die Beurteilung von Gefährdungen ist die Voraussetzung von wirksamen Arbeitsschutzmaßnahmen.

Die Gefährdungsbeurteilung, deren Notwendigkeit und Vorgehensweise ist gesetzlich u. a. im ArbSchG, in der BetrSichV und in der GefStoffV vorgeschrieben. Zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnischen Bewertung geben die technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS 1111) sowie die Berufsgenossenschaftliche Informationen (BGI 5081) folgende Vorgehensweise zur Ermittlung der Gefährdungen vor:

1. Arbeitsbereiche und Tätigkeiten festlegen und abgrenzen,
2. Gefährdungen ermitteln,
3. Gefährdungen beurteilen, Risiken bewerten,
4. geeignete Schutzmaßnahmen auswählen und festsetzen,
5. festgelegte Schutzmaßnahmen durch- und umsetzen,
6. Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen überprüfen, ggf. anpassen.

Abgeschlossene Forschungsprojekte an der Bauhaus-Universität Weimar haben auf Grundlage der Auswertung von mehreren Tausend Unfallberichten die Unfallschwerpunkte, deren Schwere und geeignete Schutzmaßnahmen analysiert [11] [12]. Diese Projekte dienen als Grundlage der im Folgenden verwendeten Wissensdatenbank, in der die individuellen Risiken den Gebäudeobjekten zugeordnet werden.

4.2 Objektorientierte Gefährdungsbeurteilung

Die generierte Wissensdatenbank, bestehend aus dem Gebäudeobjekt, möglichen Bauverfahren, möglichen Gefährdungen und deren Eintrittswahrscheinlichkeit, wurde in der Softwareanwendung „ceapoint desiteMD 1.0.17“ zu einem Gesamtsystem verlinkt. Nach dem Verbinden der Datenbank mit dem Bauwerksmodell können für das jeweils selektierte Gebäudeobjekt (z. B. Stahlbetonstütze im Bild 1) die spezifischen Risiken bei der Herstellung angezeigt werden [10].

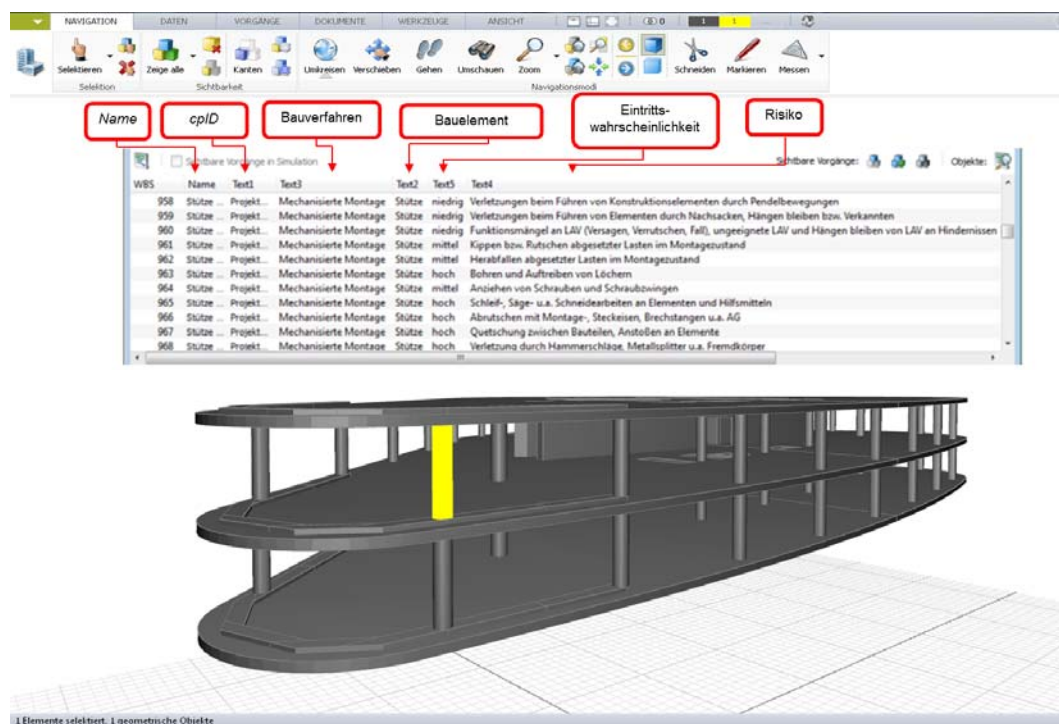


Bild 1: Ausschnitt des Bauwerksinformationsmodells

Das Ergebnis dieser prototypischen Implementierung zeigt, dass Bauwerksinformationsmodelle für einen objektorientierten Ansatz der Gefährdungsbeurteilung angewendet werden können. Jedoch ist ein erhöhter und detaillierter Planungsaufwand in den frühen Projektphasen erforderlich.

5 Zusammenfassung

Die Verwendung von Bauwerksinformationsmodellen ist ein vielversprechender Trend in der Bauindustrie. Informationen aus den virtuellen Gebäudemodellen werden für die unterschiedlichsten Aufgaben sowohl in der Planungs- als auch in der Ausführungsphase verwendet. Dieser Aufsatz gibt einen Überblick, in welcher Weise die bestehenden Forschungsansätze mit IT-Unterstützung zu einer besseren Planung bezüglich sicherheitsrelevanter Aspekte beitragen können. Bei aller Softwareunterstützung im Planungsprozess sollte jedoch im Entscheidungsprozess immer der Mensch als letzter Entscheidungsträger in der Verantwortung stehen, ganz besonders dann, wenn es um die Sicherheit von Arbeitern geht. Deshalb führt die vorgeschlagene Methode der objektorientierten Gefährdungsbeurteilung die ingenieurtechnische Erfahrung des Planers, bewährte Praktiken und rechtliche Rahmenbedingungen in einer Wissensbasis zusammen und wendet diese auf ein Bauwerksinformationsmodell an.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Liebich, T., Schweer, C.-S., Wernik, S. (2011). „Die Auswirkungen von BuildingInformation Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung“. Schlussbericht
- [2] BaustellV Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (BaustellV - BaustellV), 10.06.1998, Überarbeitung vom 01.01.2003)
- [3] Hartmann, T., Gao, J., Fischer, M. (2008). „Areas of application for 3d and 4d models on construction projects“. *Journal of construction engineering and management*, 134(10), 776-85.
- [4] Gambatese, J., Hinze, J.W., Haas, C.T. (1997). „Tool to Design for Construction Worker Safety“. In: *Journal of Architectural Engineering* 3, Nr. 1: 32.
- [5] WorkCover (2001). „CHAIR safety in design tool“, New South Wales, Australia.
- [6] Kim, H., Ahn, H. (2011). „Temporary Facility Planning of a Construction Project Using BIM (Building Information Modeling)“. In: *Proceedings of the 2011 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*.
- [7] Chantawit, D., Hadikusumo, B.H.W., Charoenngam, C. and Rowlinson, S. (2005). „4dcad-safety: Visualizing project scheduling and safety planning“. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 5(2): 99-114.
- [8] Zhang, S., Teizer, J., Lee, J. K., Eastman, C. and Venugopal, M. (2013). „Building information modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules“. *Automation in Construction*. 29: 183–195.
- [9] Melzner, J., Zhang, S., Teizer, J., Bargstädt, H.-J. (2013). „A case study on automated safety compliance checking to assist fall protection design and planning in building information models, *Journal of Construction Management and Economics*, <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2013.780662>
- [10] Melzner, J., Hollermann, S., Kirchner S., Bargstädt, H.-J. (2013). „Model-based construction work analysis considering process related hazards“. In: *Proceedings of the Winter Simulation Conference (WSC) 2013*, 08.-11. Dezember 2013, Washington, DC, USA. (angenommen)
- [11] Röbenack, K. D., Nowak, B. (1993). „Unfallauswertungen im Bauwesen: Untersuchungsergebnisse aus Bauunternehmungen Sachsens, Sachsen-Anhalts und Thüringens für den Zeitraum 1970 bis 1988“. Dortmund, Bremerhaven : Bundesanstalt für Arbeitsschutz; Wirtschaftsverlag NW.
- [12] Schüler, T. (2011). „Ermittlung von Ursachenfaktoren für Arbeitsunfälle innerhalb bautechnologischer Linien sowie auf Gebieten mit Querschnittscharakter und Ableitung von Präventionsmaßnahmen“. Dissertation. Weimar.

Stefan Rathswohl

Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft, FG Bauorganisation und Bauverfahren
rathswohl@uni-kassel.de

Entwicklung eines Wissensmanagement-Systems für kleine und mittlere Bauunternehmen

Kurzfassung: Dieser Beitrag stellt ein an kleine und mittlere Bauunternehmen angepasstes Wissensmanagement-System vor, mit dem die Bauunternehmen in die Lage versetzt werden, sich ohne großen Personal- und Zeitaufwand in das Themengebiet des Wissensmanagements einzuarbeiten, das Unternehmen selbstständig zu analysieren und ggf. zu optimieren. Das Wissensmanagement-System ist an einem Management-Kreislauf orientiert und besteht aus fünf Phasen. In der Vorbereitungsphase werden die wichtigsten Grundlagen des Wissensmanagements vorgestellt und erläutert, um die Nutzer für die Wichtigkeit des Wissens zu sensibilisieren. Die Analysephase hat das Ziel, die Wissenslücken und den Wissensbedarf im Unternehmen festzustellen und die wissensbezogenen Kernprozesse zu analysieren. In der 3. Phase erfolgt die unternehmensspezifische Konzeption und Umsetzung des Wissensmanagements, in der die Wissenskultur, -strategie und -ziele festgelegt bzw. angepasst werden. In der 4. Phase werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie neue Methoden und Instrumente im Unternehmen erfolgreich eingeführt werden können. Die letzte Phase sorgt für eine strukturierte und kontinuierliche Überprüfung des Wissensmanagements innerhalb des Unternehmens. Unterstützt werden die Mitarbeiter durch ein Wissensmanagement-Tutorial, welches im Rahmen dieser Forschungsarbeit entwickelt wurde. Es beinhaltet u. a. diverse angepasste Vorlagen, Anmerkungen und Fragebögen und baut auf dem Wissensmanagement-System auf.

1 Einleitung

Dem strukturierten Umgang mit sowohl schriftlich dokumentierten Informationen als auch mitarbeitergebundenem Wissen wird häufig in der administrativen wie auch operativen Ebene vieler kleinerer und mittlerer Bauunternehmungen (KMBU) zu wenig Beachtung geschenkt. Dies bestätigen diverse empirische Untersuchungen des FG Bauorganisation und Bauverfahren der Universität Kassel.

Gerade KMBU schrecken oftmals noch zurück, den Umgang mit eingespielten Arbeitsprozessen zu ändern, da darin u. a. ein erhöhter Personal- und Ressourceneinsatz gesehen wird. Aufgrund der geringen Mitarbeiterzahl in kleineren Bauunternehmen können diese „Fehlzeiten“ bzw. projektfremde Tätigkeiten kaum kompensiert werden. Der Auslastungsgrad eines Mitarbeiters spielt somit bei der Implementierung eines Wissensmanagement-Systems eine entscheidende Rolle und kann die Entwicklung bzw. Umsetzung von Innovationen in der Arbeitsgestaltung behindern. Daher ist es bei der Implementierung eines Wissensmanagements notwendig, eine Umsetzungsart zu wählen, welche zielgerichtet und während der Arbeitszeit durchgeführt werden kann.

Generell wendet jedes Unternehmen bereits ein mehr oder weniger gut strukturiertes, firmenspezifisches Wissensmanagement an und besitzt eine eigene Wissenskultur im Umgang mit Informationen, Wissen und Erfahrungen. Was jedoch oftmals fehlt, ist die

Strukturierung und kontinuierliche Optimierung dieser etablierten Vorgehensweisen und der bewusste Umgang mit der „Ressource“ Wissen [1].

Die Schwerpunkte sollten daher bei der Entwicklung eines Wissensmanagement-Systems auf die Sensibilisierung der Mitarbeiter und die Etablierung einer unternehmensweit einheitlichen Wissenskultur und -strategie gelegt werden. Die Mitarbeiter müssen ihre Skepsis gegenüber etwaigen Änderungsprozessen abbauen und ein Gefühl für die Wichtigkeit des vorhandenen Wissens entwickeln, um einen Veränderungsprozess in KMBU in Gang setzen zu können. Nur dadurch ist gewährleistet, dass die Hol-, Bring- und Verteilschuld von Informationen und Wissen auf alle Mitarbeiter übertragen wird und nicht nur bei einzelnen Personen bzw. beim Wissensmanagement-Verantwortlichen liegt.

2 Beschreibung des entwickelten Wissensmanagement-Systems

Aus den oben genannten Gründen bietet sich die Entwicklung eines Wissensmanagement-Systems (WMS) an, das speziell an die Bedingungen eines KMBU angepasst ist. Mit diesem WMS sollen die administrativen und die operativen Ebenen eines Unternehmens in die Lage versetzt werden, sich selbstständig in die Grundlagen des Wissensmanagements einzuarbeiten und daran anschließend die Unternehmensstruktur auf Wissensmanagement-Defizite zu analysieren und eigenständig zu optimieren (siehe Bild 1).

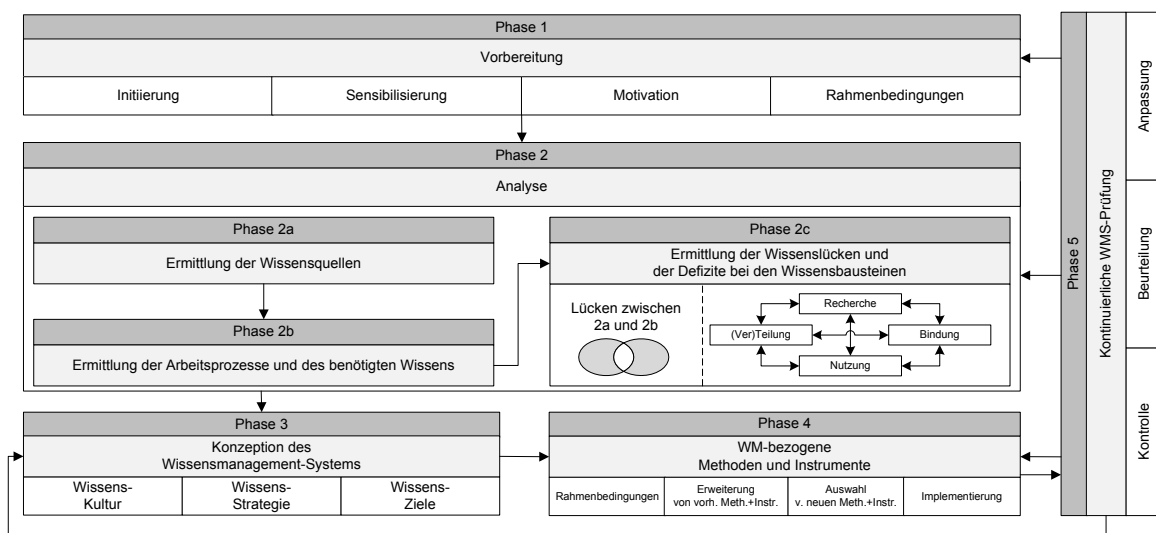


Bild 1: Darstellung des entwickelten Wissensmanagement-Systems „KMBU-WMS“

Der Begriff Wissen ist definiert als eine Kombination von Informationen, verknüpft mit persönlichen Erfahrungen, dem Wissen und der Umwelt des Wissensträgers. Wissen ist somit immer personengebunden und ist nicht mit Informationen gleichzusetzen, die ihrerseits aus dem Sinnzusammenhang von Daten bestehen. Daraus folgt, dass das Managen von Wissen der bewusste, ganzheitliche, systematische und strukturierte Umgang mit vorhandenen Erfahrungen und Informationen in einer Organisation ist. Ganzheitlich bedeutet in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung der Gestaltungsfelder „Technik“ (z. B. IT-Software), „Organisation“ (z. B. Unternehmenskultur) und „Mensch“ (z. B. Mitarbeiter) [2].

Unterstützt wird das KMBU-WMS von einem Wissensmanagement-Tutorial (WMT). Ein *Tutorial* ist definiert als eine Art „Gebrauchsanleitung“ oder „Schnellkurs“ eines (Software-)Systems. Es bildet die wichtigsten Funktionen der Software Schritt für Schritt ab, ohne jedoch den vollständigen Inhalt wiederzugeben. Dadurch können die Anwender

während der Nutzung des Tutorials neue Fähigkeiten sukzessiv erlernen [3]. In diesen Punkten setzt das entwickelte KMBU-WMT an, da darin nur ausgewählte Eigenschaften des Wissensmanagements dargestellt und erläutert werden. Trotzdem bleibt ein ganzheitlicher Überblick über das Wissensmanagement bestehen. Weiterhin bietet das KMBU-WMT zu allen Phasen des KMBU-WMS diverse angepasste Hilfs- und Analysemittel, Dokumentenvorlagen, Instrumente, Tools oder Praxisbeispiele an, sodass der Anwender ohne großen Einarbeitungsaufwand durch das KMBU-WMS geleitet wird. Die Umsetzung des KMBU-WMT basiert auf der Kombination einer Homepage mit Office-Dokumenten.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die wichtigsten Elemente und Funktionen des entwickelten KMBU-WMS dargestellt und in Kurzfassung erläutert.

2.1 Phase 1: Vorbereitungsphase

Die wichtigste Phase für die erfolgreiche Einführung und Etablierung eines Wissensmanagements in Unternehmen ist die Vorbereitungsphase inkl. der Initiierung.

Phase 1			
Vorbereitung			
Initiierung	Sensibilisierung	Motivation	Rahmenbedingungen

Bild 2: Phase 1: Vorbereitung, Sensibilisierung und Motivation der Mitarbeiter

Die Initiierung bzw. der Startschuss für eine Änderung des vorhandenen Umgangs mit Wissen im Unternehmen kann vielfältige Gründe haben und von der administrativen oder auch operativen Ebene eines Unternehmens ausgehen. Um für alle Mitarbeiter ein einheitliches Verständnis für das Wissensmanagement zu erreichen, sollten in der Vorbereitungsphase möglichst alle Mitarbeiter des Bauunternehmens sensibilisiert und motiviert werden. Zudem sollten durch die Geschäftsführung in groben Zügen die Rahmenbedingungen für die weitere Vorgehensweise abgesteckt werden.

Ohne die Überzeugung, Akzeptanz und Unterstützung der Mitarbeiter ist es nur sehr schwer möglich, ein unternehmensweites Change-Management oder neue Instrumente oder Methoden umzusetzen. Daher gilt es in dieser Phase, in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern, die Vorurteile, Probleme, Hemmschwellen und Barrieren zu erörtern, die Potenziale im optimierten Umgang mit Wissen zu erkennen und die Sicht auf eine ganzheitliche Betrachtung des Wissensmanagements zu erweitern.

Bei der Festlegung der Rahmenbedingungen sollten neben den finanziellen und technischen Ressourcen vor allem die personellen und zeitlichen Ressourcen berücksichtigt werden. Gerade für KMBU ist die Aufstellung eines definierten Zeitbedarfsplans und die Festlegung einer verantwortlichen Person bzw. Personengruppe von entscheidender Bedeutung. Die Einbindung einer größeren Gruppe von WM-Verantwortlichen hat z. B. den Vorteil, dass geplante Neuerungen aus unterschiedlichen, z. T. auch gegensätzlichen Standpunkten durchdacht werden und der Zeitaufwand pro Mitarbeiter geringer ist.

Um die Anfangsschwierigkeiten abzubauen, bieten sich nachfolgende Punkte an, die im Zuge der Vorbereitungsphase besprochen oder behandelt werden sollten:

- **Erläuterungen der wichtigsten Wissensbegriffe und Gestaltungsfelder des WM**
 - Definitionen und Gestaltungsfelder des Wissens in Kurzform
 - Potenziale und Wichtigkeit des Wissensmanagements für das Unternehmen
- **Abbauen von Vorurteilen gegenüber Wissensmanagement**
 - Unterschied zwischen der stationären Produktion und der Bauwirtschaft
 - Erörterung der bauunternehmensspezifischen Schwierigkeiten und Barrieren

- Erläuterung, was Wissensmanagement für KMBU nicht bedeutet!
- Vorstellung von umgesetzten Praxisbeispielen aus anderen Unternehmen
- **Besonderheiten des Unternehmens und der Mitarbeiter beachten**
 - Berücksichtigung der Positionen, Vorstellungen und Anliegen aller Mitarbeiter
 - Skizzieren des Zeit- und Ressourcenaufwands zur Implementierung eines WMS

2.2 Phase 2: Analyse des Unternehmens

Die 2. Phase ist die Analysephase und besteht aus drei Teilphasen, die aufeinander aufbauen. Die Teilphasen werden in den nachfolgenden Abschnitten näher erläutert.

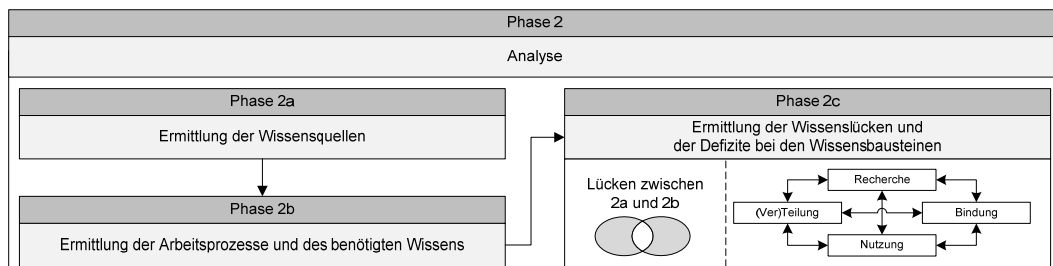


Bild 3: Phase 2: Analyse der Wissens-Quellen, des -Bedarfs und der -Lücken im Unternehmen

- Teilphase 2a: Ermittlung der Wissensquellen

Die Teilphase „Ermittlung der Wissensquellen“ dient als Einstieg in die wissensbezogene Unternehmens-Analyse. In dieser Phase sollen durch die Mitarbeiter alle vorhandenen Daten-, Informations- und Wissensquellen eruiert werden, die zur persönlichen, organisatorischen und projektbezogenen Arbeit herangezogen werden. Aufgrund der ganzheitlichen Betrachtung der Wissensquellen gehören zu den möglichen Quellen nicht nur gespeicherte bzw. dokumentierte Informationen (z. B. Papier- oder elektronische Dokumente, Projekt-Pläne, Internetseiten), sondern auch interne oder externe Wissensträger (z. B. interne Ansprechpartner, externe Fachplaner, Behörden oder Banken) und die bereits verwendeten wissensbezogenen Methoden und Instrumente (z. B. Outlook, Bauleitersitzungen, Kaffeerunden).

Der Vorteil der frühzeitigen Analyse der vorhandenen Wissensquellen und -Methoden ist der relativ geringe Ermittlungsaufwand. Die verwendeten Informations- und Wissensquellen sind den Mitarbeitern grundsätzlich bekannt und können daher ohne größere Probleme erfasst werden. Außerdem kann die Ermittlung sukzessive, d. h. arbeitsbegleitend, durchgeführt werden, sodass sie den Tagesablauf kaum beeinflussen. Dies kann zu einer erhöhten Teilnahmebereitschaft der Mitarbeiter führen. Zudem findet durch die bewusste Auseinandersetzung mit den Wissensquellen bereits während der reinen Recherche eine unbewusste Quellenanalyse statt.

Am Ende der Teilphase erhält jeder Mitarbeiter des Unternehmens einen Überblick über die persönlichen und unternehmensweit vorhandenen Daten-, Informations- und Wissensquellen. Dadurch erhöht sich für die Mitarbeiter automatisch die Zugriffsmöglichkeit auf eine größere Anzahl an Quellen.

Zur Dokumentation der Wissensquellen sollten durch die Mitarbeiter u.a. folgende Fragestellungen berücksichtigt werden:

- Welche Quellen werden für die tägliche Arbeit benötigt?
- Zu welchen Hauptkategorien können diese Quellen zugeordnet werden?
- Welche Personen verwenden diese Quellen?
- Wie häufig wird diese Quelle verwendet (häufig, sporadisch, selten)?
- Wo liegen die Kompetenzen der Mitarbeiter?

- Teilphase 2b: Ermittlung der Arbeitsprozesse

Das Ziel der Teilphase 2b ist die Ermittlung der zur täglichen Arbeit benötigten Daten, Informationen und Erfahrungen sowie die Ermittlung der projektbezogenen und administrativen Arbeitsprozesse bzw. Aufgabentypen. Diese Phase ist eng mit der vorherigen Teilphase verknüpft. Durch die Dokumentation der Arbeitsprozesse und Handlungsfelder der Mitarbeiter können diese später den vorhandenen Quellen zugeordnet werden. Zudem kann die Häufigkeit der Nutzung bestimmter Quellen anschaulich dargestellt werden, sodass diesen Wissensbereichen eine höhere Priorität eingeräumt werden kann.

Oftmals existieren in Unternehmen bereits Dokumente, die einen großen Teil der vorhandenen Arbeitsprozesse beinhalten (z. B. QM-Handbücher). Diese sollten für eine Beschleunigung der Ermittlung herangezogen werden.

Zur Dokumentation des Wissensbedarfs sollten u. a. folgende Fragestellungen berücksichtigt werden:

- Welche Arbeitsprozesse werden im Arbeitsalltag des Mitarbeiters durchgeführt?
- Welche Informationen und Erfahrungen werden für diese Aufgaben benötigt?
- Finden diese Arbeitsprozesse eher regelmäßig, sporadisch oder selten statt?
- Könnten diese Quellen auch noch hilfreich für weitere Mitarbeiter/Gruppen im Unternehmen sein?

- Teilphase 2c: Ermittlung der Wissens-Lücken und des aktuellen WM-Stands

Die Analyse-Phase 2 schließt mit der Teilphase 2c ab. Das Ziel dieser Teilphase besteht in dem systematischen Vergleich bzw. die Überprüfung, für welche Arbeitsprozesse und Wissensmanagement-Kernprozesse nur wenige oder unzureichende Quellen vorhanden sind. Anschließend können auf Grundlage der Schwachstellenanalyse Lösungen erarbeitet werden. Die Teilphase 2c besteht aus zwei Unterphasen:

1. Ermittlung der Lücken zwischen dem Wissensbedarf (Phase 2b) und den vorhandenen Wissensquellen (Phase 2a) mittels Formularblätter
2. Untersuchung der WM-Kernprozesse mittels Analyse-Fragebogen

Über den Vergleich zwischen den Quellen mit dem Bedarf können u. a. die Stärken im Wissensfluss des Unternehmens ermittelt und gleichzeitig die vorhandenen wissensbezogenen Methoden und Instrumente analysiert werden.

Für die Analyse der WM-Kernprozesse steht im KMBU-WMT ein Analyse-Tool mit Fragebögen inkl. automatisierter Auswertung zur Verfügung. Dieser Fragebogen besteht aus ca. 30 Fragen zu den Themengebieten Wissens-Kultur, -Recherche, -Verteilung, -Bindung und -Nutzung. Je nach Beantwortung werden während der Bearbeitung des Fragebogens durch das Tool Anmerkungen und Tipps ausgegeben. Zudem können Ideen und Lösungsvorschläge der Mitarbeiter, die zum Zeitpunkt der Beantwortung entstehen, direkt in den Fragebogen eingetragen werden. Auf diese Weise kann direkt eine Vielzahl von Ideen durch die Mitarbeiter gesammelt und den Fragen zugeordnet werden. Die Fragestellungen des Fragebogens sind zudem an die administrative und operative Ebene eines Unternehmens angepasst.

2.3 Phase 3: Konzeption des Wissensmanagements

Aufgrund der Vorarbeiten in Phase 1 und 2 und den daraus resultierenden neuen, wissensbezogenen Erkenntnissen der Mitarbeiter wird in der 3. Phase des KMBU-WMS das Wissensmanagement im Unternehmen konkretisiert. Das Ziel dieser Phase ist die Konzeption und Festlegung einer gemeinsamen Wissenskultur, -strategie und der zugehörigen -ziele im Unternehmen (vgl. [2]).

Phase 3		
Konzeption des Wissensmanagement-Systems		
Wissens-Kultur	Wissens-Strategie	Wissens-Ziele

Bild 4: Phase 3: Konzeption der Wissenskultur, -strategie und -ziele

Die vorhandene *Wissenskultur* eines Unternehmens entscheidet maßgeblich über das wissensbezogene Denken und Handeln der Mitarbeiter. Die Wissenskultur stellt sich u.a. in den Soft-Skills der Mitarbeiter und dem Verhalten des Unternehmens dar, wie z. B. in der bereitwilligen Weitergabe von Wissen, der Fehlertoleranz des Unternehmens oder der Offenheit der Unternehmen / Mitarbeiter gegenüber neuen Ideen, Meinungen oder Arbeitsverfahren. Die Wissenskultur ist das Bindeglied zwischen dem persönlichen und organisationalen Wissensmanagement und somit zunächst unabhängig von vorhandenen (technischen) Methoden und Instrumenten.

Die *Wissensstrategie* beschreibt die Art und Weise, wie die Einführung, Umsetzung und Kontrolle des Wissensmanagements bzw. der Methoden und Instrumente zu erreichen ist. Dazu werden die Einsatz- und Geltungsbereiche des Wissensmanagements festgelegt und in die Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens eingebunden. Ohne eine vorher festgelegte Strategie kann ein Unternehmen nur schwer entscheiden, in welcher Weise mit dem vorhandenen Wissen umzugehen ist. Diese Wissensstrategie sollte außerdem im gesamten Unternehmen kommuniziert werden.

Die *Wissensziele* geben die Richtung für die zukünftigen Maßnahmen und Aktivitäten vor und lehnen sich an die Wissens-Strategie an. Dabei wird zwischen den normativen, operativen und strategischen Wissenszielen unterschieden. Die normative Ebene bezeichnet die Schaffung einer wissensbewussten Unternehmenskultur. Die strategische Ebene legt die langfristigen Programme für die Zielerreichung fest und die operative Ebene konkretisiert, unterstützt, fördert und setzt die vorgegebenen strategischen Programme im Tagesablauf um. Die Aufstellung von Wissenszielen dient zudem auch der Orientierungshilfe, der Motivation und der Bewertungs- bzw. Kontrollfunktion [4]. Erst durch die Aufstellung von Wissenszielen kann nach einem Vergleich dieser Ziele mit dem aktuellen Wissenszustand eine (subjektive) Bewertung des aktuellen Umgangs mit Wissen vorgenommen werden. Dabei bauen die Ziele auf der Strategie auf und sollten in Haupt- und Teilziele unterteilt werden, welche möglichst konkret, nachvollziehbar und in einem bestimmten Zeitabschnitt auch umsetzbar sind.

2.4 Phase 4: Implementierung von konkreten Methoden und Instrumenten

Nachdem die Wissenslücken im Unternehmen aufgrund der Analysephase (Phase 2) bekannt sind und eine Wissenskultur (Phase 3) festgelegt wurde, ist das Ziel der Phase 4 die konkrete Umsetzung oder Optimierung von vorhandenen bzw. neuen Methoden oder Instrumenten. Dazu sollten die methodenbezogenen Rahmenbedingungen festgelegt, die Erweiterungs- oder Optimierungsmöglichkeiten von vorhandenen Methoden geprüft bzw. neue Methoden ausgewählt und anschließend im Unternehmen eingesetzt werden.

Phase 4			
WM-bezogene Methoden und Instrumente			
Rahmenbedingungen	Erweiterung von vorh. Meth.+Instr.	Auswahl v. neuen Meth.+Instr.	Implementierung

Bild 5: Phase 4: Erweiterung und Implementierung von vorhandenen bzw. neuen Methoden

In der ersten Stufe sollten die Rahmenbedingungen für die Umsetzung festgelegt werden. Dabei werden der aktuelle Auslastungsgrad, die aufzuwendende Zeit, die einzusetzenden Personen sowie die voraussichtlichen Kosten geschätzt oder festgelegt.

Oftmals sind in Bauunternehmen bereits diverse Insellösungen vorhanden, die von einer Person, Gruppe oder einer Abteilung erfolgreich genutzt werden. Diese gilt es, in der Analysephase herauszufinden und so zu kommunizieren bzw. zu verteilen, dass möglichst viele Mitarbeiter, Teams, Abteilungen sowie das Gesamtunternehmen davon profitieren können.

Es ist zu beachten, dass zunächst die Erweiterung von vorhandenen Methoden anstelle der Implementierung von neuen Methoden im Vordergrund stehen sollte. Viele der zumeist technikorientierten Instrumente werden nur rudimentär, d.h. ohne den vollen Funktionsumfang auszuschöpfen, genutzt. Die Erweiterung hat den Vorteil, dass die Mitarbeiter den Umgang mit der betreffenden Methode oder dem Instrument bereits gewohnt sind und neue Vorgehensweisen unkompliziert hinzugelernt werden können. In der Literatur wird bereits eine große Anzahl von unterschiedlichen Methoden und Instrumenten beschrieben. Diese stammen jedoch zumeist nicht aus der Bauindustrie, sondern aus anderweitigen Forschungs- oder Wirtschaftsbereichen und können nicht oder nur sehr bedingt in Bauunternehmen umgesetzt werden. Das KMBU-WMT bietet für diese Phase ein ausführliches Methodenverzeichnis inkl. Beschreibungen und Umsetzungsbeispielen an, welches der Nutzer anhand von Kriterien sortieren und für seine Anforderungen auswählen kann.

Für die Implementierung von neuen oder erweiterten Methoden gibt es verschiedene Möglichkeiten. Entweder werden die Methoden von einer oberen Hierarchieebene festgelegt, sodass diese für das gesamte Unternehmen bzw. die Abteilung als verbindlich gelten („Top-Down“), oder eine Methode wird von den Mitarbeitern selbst eingeführt, erprobt und an die höheren Ebenen weitergegeben („Bottom-Up“). Zudem gibt es noch die Möglichkeit, vorhandene Methoden innerhalb einer Hierarchieebene zu verteilen („Side-to-Side“), wie z. B. zwischen gleichen Abteilungen verschiedener Unternehmensstandorte oder auf gleicher Hierarchieebene innerhalb eines Unternehmens.

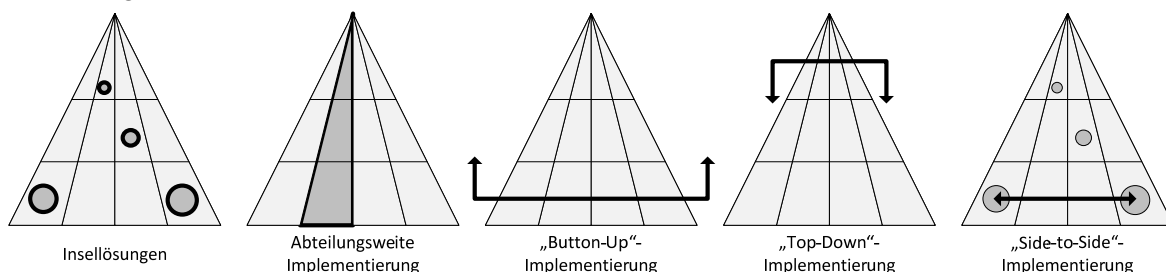


Bild 6: Möglichkeiten der Implementierung von Methoden und Instrumenten

2.5 Phase 5: Kontinuierliche Überprüfung und Kontrolle des WMS

Phase 5		
Kontinuierliche WMS-Prüfung		
Kontrolle	Beurteilung	Anpassung

Bild 7: Phase 5: Kontinuierliche Überprüfung des vorhandenen Unternehmens-WMS

Die in der 3. Phase eingeführte Wissensstrategie mit ihren Zielen und die in der 4. Phase eingeführten oder optimierten Methoden und Instrumente haben keine dauerhafte Substanz, wenn sie nicht regelmäßig kontrolliert, beurteilt und ggf. an die neuen Umstände angepasst werden. Daher dient die 5. Phase der kontinuierlichen Pflege, Beurteilung und Anpassung des vorhandenen WMS.

Die regelmäßige Überprüfung sollte zu vorher festgelegten Zeitpunkten oder kontinuierlich im Arbeitsalltag der Mitarbeiter stattfinden und alle Aspekte des Wissensmanagements berücksichtigen.

Das KMBU-WMT bietet für die Überprüfung des vorhandenen Wissensmanagements angepasste Fragebögen und Checklisten, die innerhalb kurzer Zeit beantwortet werden können. So kann z. B. über einfache Fragestellungen zum Abschluss von unternehmens-internen Besprechungen das Bewusstsein der Mitarbeiter für den Wissensaustausch aufrecht erhalten und das Wissensmanagement etabliert werden.

3 Fazit und Ausblick

Das hier beschriebene KMBU-WMS bildet die Grundlage für eine erfolgsorientierte Implementierung eines Wissensmanagements in kleinen und mittleren Bauunternehmen. Durch die schrittweise Umsetzung und die angepassten Hilfestellungen und Informationen ist es zeit- und personalressourcenschonend. Das Wissensmanagement-System ist an einem Management-Kreislauf orientiert, der aus fünf Phasen besteht.

In der ersten Vorbereitungs- und Initiierungsphase wird eine Auswahl der wichtigsten Eigenschaften des Wissens und des Wissensmanagements vorgestellt. Dadurch lernen die Mitarbeiter die Grundlagen des Wissensmanagements kennen und werden zudem für die Wichtigkeit der Wissensressource sensibilisiert. Die Analysephase (Phase 2) besteht aus drei Teilphasen und hat das Ziel, aus dem Vergleich der vorhandenen Quellen mit den Arbeitsprozessen die Wissenslücken im Unternehmen festzustellen und die wissensbezogenen Kernprozesse zu analysieren. In der dritten Phase erfolgt die unternehmensspezifische Konzeption und Umsetzung des Wissensmanagements, in der die Wissenskultur, -strategie und -ziele durch die Mitarbeiter festgelegt werden. Die Festlegung einer Wissensstrategie und der Wissensziele hat den Vorteil, dass das Wissensmanagement in den Arbeitsablauf eingebunden wird und konkreter bewertet werden kann. In der 4. Phase werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie neue Methoden und Instrumente im Unternehmen erfolgreich ausgewählt und eingeführt werden können. Die letzte Phase unterstützt die Mitarbeiter bei der systematischen und kontinuierlichen Überprüfung des Wissensmanagements.

In allen Phasen des WMS werden die Mitarbeiter durch das KMBU-WMT unterstützt, sodass sie einen Änderungsprozess ohne umfangreiche externe Hilfe durchführen können. Dazu werden diverse Vorlagen, Tipps oder Umsetzungsvorschläge bereitgestellt. Der Praxistest des KMBU-WMS und KMBU-WMT erfolgt derzeit anhand von diversen Expertenbefragungen in Bauunternehmen unterschiedlicher Art und Größe, sodass eine praxistaugliche Umsetzbarkeit für KMBU gewährleistet ist.

4 Literaturverzeichnis

- [1] RATHSWOHL, S., FRANZ, V. (2013). „Auf Wissen bauen: Besonderheiten im Baugewerbe“. In: Wissensmanagement-Magazin, 1/2013, S.12-13
- [2] Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2006). Wissen managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen (5., überarbeitete Auflage). Wiesbaden: Gabler Verlag.
- [3] GÖPFERICH, S. (1998). „Interkulturelles Technical Writing: Fachliches adressatengerecht vermitteln“ Tübingen: Narr Verlag, S. 111f
- [4] Al-Laham, A. (2003). Organisationales Wissensmanagement. München: Vahlen Verlag.

Alexander Riemann, Katja Leidel

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen
alexander.riemann@uni-weimar.de, katja.leidel@uni-weimar.de

Klassifikation der Subsysteme von Smart City Konzepten

Kurzfassung: Unter dem Begriff „Smart City“ werden in Wirtschaft und Wissenschaft mannigfaltige Konzepte für urbane Räume der Zukunft diskutiert. Anstelle eines einheitlichen Verständnisses des Begriffs existiert ein breites Spektrum an Definitionen mit zumeist unterschiedlichen Schwerpunkten.

Das Ziel der Untersuchung besteht in der Identifikation und Klassifikation der konstituierenden Bestandteile einer Smart City, um auf dieser Grundlage die Bandbreite der aktuellen Forschung abzubilden und entsprechend eines ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatzes gegenstandsorientiert zu strukturieren. Der Analyse liegt daher ein systemtheoretischer Ansatz zugrunde, der die Smart City als ein System aus miteinander wechselwirkenden Subsystemen versteht.

Zur Erreichung des definierten Forschungsziels wurden nationale und internationale Publikationen zu diesem Ansatz recherchiert und mit einer modifizierten Grundform der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring analysiert. Die Analyse wurde mit Hilfe der Software MAXQDA durchgeführt.

Es wird somit eine Klassifikation von Subsystemen, die in nationalen und internationalen Smart-City-Konzepten verwendet werden, vorgestellt.

1 Einleitung

Während 2011 noch 3,6 Milliarden Menschen in Städten lebten, werden es nach Schätzungen der Vereinten Nationen im Jahr 2050 bereits 6,3 Milliarden sein. Somit absorbieren die städtischen Gebiete das Bevölkerungswachstum der nächsten vier Jahrzehnte und darüber hinaus noch 300 Millionen Menschen aus ländlichen Gebieten. [2] Aus diesen Entwicklungen resultieren enorme ökologische [3], soziale und wirtschaftliche Herausforderungen für die Städte der Zukunft [6, 10].

Unter dem Begriff „Smart City“ werden in Politik [5], Wirtschaft [7, 8] und Wissenschaft mannigfaltige Konzepte für urbane Räume der Zukunft diskutiert. Das Spektrum seiner Nutzung reicht dabei von Marketingkonzepten für Städte und Unternehmen [4] bis zur wissenschaftlichen Forschung.

Anstelle eines einheitlichen Verständnisses des Begriffs existiert jedoch ein breites Spektrum an Definitionen mit zumeist unterschiedlichen, zumeist disziplinären Schwerpunkten. Schon das Wort „smart“ weist eine Vielzahl an möglichen Bedeutungen auf. Der Duden weist für die deutsche Sprache „clever, gewitzt“ und „von modischer und auffallend erlesener Eleganz; fein“ aus. [18] Im anglo-amerikanischen Sprachraum kann es intelligent bzw. klug oder auch zügig, elegant, tüchtig und modisch bedeuten. [6]

Darüber hinaus bestehen Abgrenzungsprobleme des Begriffs Smart City zu ähnlichen Stadtdiskursen, [6, 4] wie z.B. Intelligent [11], Creative [13], Eco City [17] und Sustainable City [16].

Das Ziel der Untersuchung bestand in der Identifikation und Klassifikation der konstituierenden Bestandteile einer Smart City, um sie entsprechend eines ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatzes gegenstandsorientiert zu strukturieren.

Es existieren bereits verschiedene Ansätze, die konstituierenden Bestandteile einer Smart City zu klassifizieren. Giffinger et al [9] identifizieren im Rahmen eines Vergleichs von mittelgroßen Städten hinsichtlich ihrer Performance als Smart City sechs relevante Merkmale. Diese sind Smart Economy, Smart People, Smart Governance, Smart Mobility, Smart Environment sowie Smart Living. Die Merkmale werden durch zugeordnete Faktoren definiert und somit hinsichtlich ihrer Merkmalsausprägung messbar.

Dirks und Keeling [7] unterscheiden in einem systemtheoretischen Ansatz die sechs Kernsysteme („core systems“) einer Stadt in Menschen, Kommunikation, Wirtschaft, Transport, Energie und Wasser. Diese sind zwar nicht diskret, aber synergetisch miteinander vernetzt. Sie setzen sich in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Funktion aus verschiedenen Netzwerken, Infrastrukturen und Umgebungen zusammen und bilden ein „system of systems“. [7]

Andreoli et al [12] stellen ein abstraktes Stadt-Modell zur Unterstützung der Stadtplanung vor, das aus den grundlegenden Klassen Needs (Inputs), Expressions (Outputs), Ressources, Processes und Infrastructures besteht. Den einzelnen Klassen werden Elemente zugeordnet und bestehende Zusammenhänge erläutert.

Die beschriebenen Klassifikationsansätze unterscheiden sich bezüglich der Zielstellung, der definierten Klassen, dem Detaillierungsgrad, der Anzahl der beschriebenen Hierarchieebenen und der hierarchischen Einordnung der Klassen.

Die in dieser Arbeit vorgestellte Klassifikation berücksichtigt bereits bestehende Klassifikationsansätze der Bau-, Immobilien- und Infrastrukturforschung und zielt auf die Darstellung der Bandbreite der innerhalb des Smart-City-Diskurses thematisierten konstituierenden Bestandteile bzw. Subsysteme.

2 Methodik

Der Analyse liegt ein systemtheoretischer Ansatz zugrunde, der die Smart City als ein System aus miteinander wechselwirkenden Subsystemen versteht [3, 7]. Gemäß der Systemtheorie bestehen Systeme aus einer Menge von Elementen, die Beziehungen bzw. Relationen zueinander aufweisen bzw. zwischen denen solche herstellbar sind [20]. Elemente können Sub- oder Teilsysteme [20], aber auch Tiere, Menschen, Gedanken, Maschinen, Gebäude, Staaten, Phänomene, Entscheidungsprozesse u.v.m. sein. Jede Veränderung eines Subsystems wirkt auf alle anderen Subsysteme und auf das System als Ganzes. Ein System wird durch Systemgrenzen von der Systemumwelt bzw. den Umsystemen abgegrenzt [21].

Um das beschriebene Forschungsziel zu erreichen, wurden Publikationen zu Smart Cities aus Wirtschaft und Forschung unter Verwendung einer modifizierten Grundform der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [1] analysiert. Mayrings Methode der induktiven Kategorienbildung wurde durch das Hinzufügen eines deduktiven Prozessschritts in die in Bild 1 dargestellte induktiv-deduktive Kategorienbildung überführt.

Zu Beginn der Untersuchung wurden im Rahmen einer Literaturrecherche Publikationen zum System Smart City ausgewählt. Als Selektionskriterium wurden die konstituierenden Bestandteile als Subsysteme einer Smart City gewählt. Während des zeilenweisen

Materialdurchgangs wurden relevante Kategorien für Subsysteme induktiv abgeleitet bzw. subsumiert.

Die Revision der Kategorien wurde durch alle Mitglieder des Forschungsteams in einem gemeinsamen Workshop vorgenommen. Hierzu wurden die bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Arbeitsergebnisse durch die Bearbeiter dem gesamten Forschungsteam vorgestellt und überarbeitet. Dabei galt die Prämisse, bereits existierende Strukturierungsansätze aus den Forschungsfeldern Bau, Immobilien, Infrastruktur und Smart Cities deduktiv zu berücksichtigen. Diese Vorgehensweise ermöglichte neben der Erhebung der materialspezifischen Kategorien die terminologische Anknüpfung an bestehende Kategorisierungen innerhalb dieser Forschungsfelder.

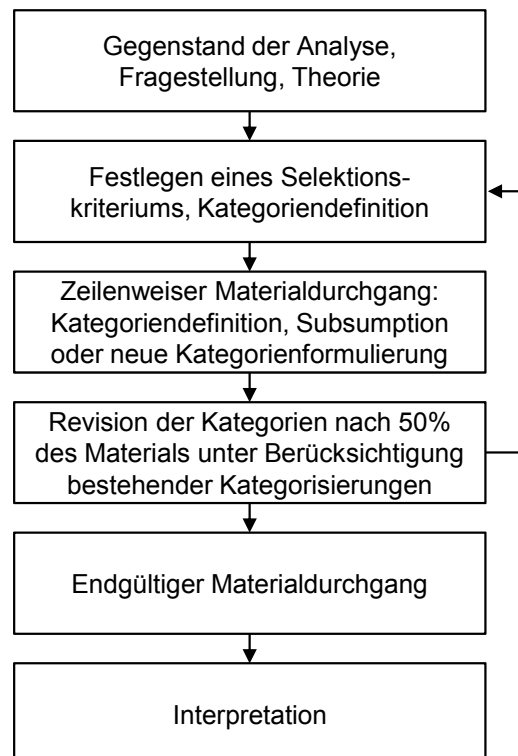


Bild 1: Ablaufmodell der induktiv-deduktiven Kategorienbildung in Anlehnung an Mayring [1]

Die resultierende Kategorisierung der Subsysteme diene als Grundlage für die Bearbeitung des kompletten Materials und der anschließenden Interpretation. Die Untersuchung wurde mit Hilfe der Software MAXQDA durchgeführt.

3 Subsysteme einer Smart City

Mittels der beschriebenen Methode konnten drei primäre Subsysteme identifiziert werden, die das System Smart City beschreiben. Diese primären Subsysteme bestehen wiederum aus sekundären und tertiären Subsystemen. Als primäre Subsysteme wurden die „Natürliche Umwelt“, die „Gebaute Umwelt“ und die „Gesellschaft“ (siehe Bild 2) identifiziert.

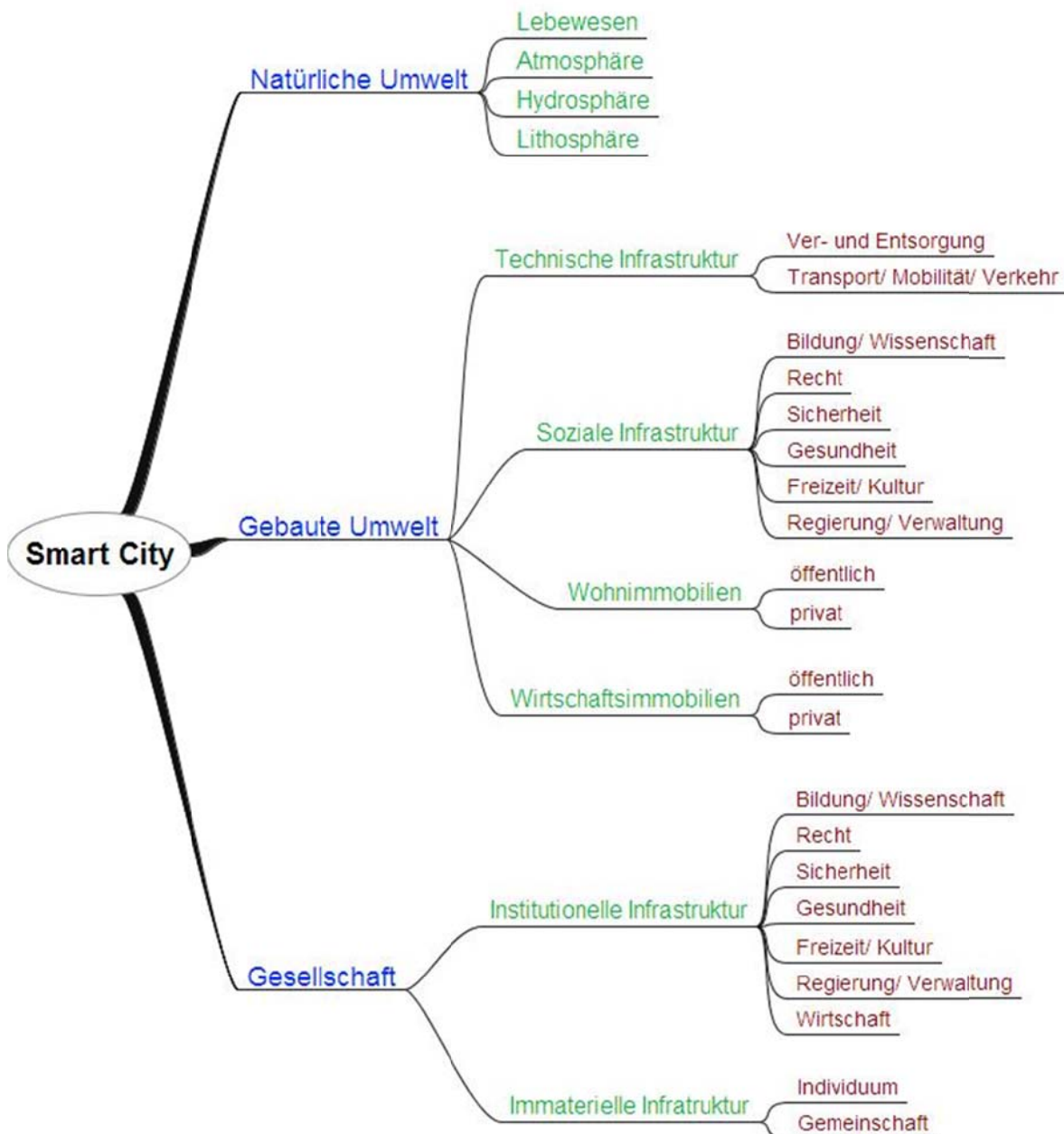


Bild 2: Primäre, sekundäre und tertiäre Subsysteme einer Smart City

Die primären Subsysteme dienen der Strukturierung des komplexen Systems Smart City und der Erschließung des Gesamtzusammenhangs.

3.1 Natürliche Umwelt

Die „Natürliche Umwelt“ ist ein komplexes System, das die Elemente Lebewesen (Flora und Fauna), Atmosphäre (Luft), Lithosphäre (Boden inkl. Bodenschätze) und Hydrosphäre (Gewässer) und ihre wechselseitigen Beziehungen umfasst. Existentielle Voraussetzung für das System ist die Sonnenenergie. [32]

In der Smart-City-Literatur wird das Subsystem „Natürliche Umwelt“ mit den Begriffen Luft, Wasser, Sonnenlicht, Nahrungsmittel, physischer Raum, akustische Umgebung, Tierwelt [12] und Grünflächen [13, 3] beschrieben. Es werden synonym für dieses Subsystem auch die Termini „natürliche Ressourcen“ [12, 9] bzw. „natürliche Bedingungen“ oder auch nur „Umwelt“ [22, 23] verwendet.

3.2 Gebaute Umwelt

Das primäre Subsystem „Gebaute Umwelt“ steht für die hergestellten bzw. künstlichen Ressourcen, die im Gegensatz zu den natürlichen Ressourcen per Definition erneuerbar sind [12]. In der untersuchten Literatur wird häufig auf den Begriff „Infrastruktur“ abgestellt [12]. Es werden vorwiegend enumerative Definitionen¹ und keine Merkmalsdefinitionen für diesen Begriff verwendet. Andreoli sieht in Infrastruktur das verbindende Element zwischen Bedürfnissen (Needs), Leistungen (Expressions) und Ressourcen (Resources), welches in Kombination mit den Prozessen (Processes) das grundlegende vermittelnde Element von Städten darstellt, da es den Stadtgemeinden und der Gesellschaft in einer geordneten und optimalen Weise den Zugriff auf die Ressourcen ermöglicht. [12]

Der vorgestellte Ansatz differenziert das Subsystem „Gebaute Umwelt“ in die sekundären Subsysteme soziale Infrastruktur, technische Infrastruktur, Wohnimmobilien und Wirtschaftsimmobilien.

Unter der **technischen Infrastruktur** werden *„sämtliche ortsfesten Anlagen und beweglichen Verkehrsmittel zur Raumüberwindung von Personen, Gütern und Informationen“* [26] subsumiert. Der Begriff umfasst den Sektor Transport und Verkehr auf dem Land, dem Wasser, der Luft und die Logistik sowie den Sektor Ver- und Entsorgung in den Bereichen Wasser, Abwasser, Abfall, Energie und Telekommunikation. Ein wesentlicher Schwerpunkt in den Smart-Cities-Konzepten der analysierten Literatur ist die fortschrittliche Kommunikations- und Informationsinfrastruktur, deren Nutzung eine optimierte Erbringung der städtischen Dienstleistungen ermöglicht. [27]

Während die technische Infrastruktur primär produktionsbezogen ist [29], dient die **soziale Infrastruktur** der *„personengebundenen Administration und Fürsorge“* [26]. Unter dem Begriff der sozialen Infrastruktur werden Einrichtungen in die tertiären Subsysteme Bildung/Wissenschaft [12, 10, 7], Recht, Sicherheit [10], Gesundheit [12, 10, 7], Regierung/Verwaltung [10], sowie Freizeit/Kultur (Unterhaltung [12]) strukturiert. Die Ausprägung dieser Subsysteme determiniert die Lebensqualität der Bürger einer Stadt [7]. Die tertiären Subsysteme beinhalten die jeweiligen Anlagen und deren Ausrüstungen und Betriebsmittel. In Tabelle 1 sind die in der untersuchten Literatur aufgeführten Begriffe zugeordnet.

Tabelle 1: Tertiäre Subsysteme der sozialen Infrastruktur [12, 10, 23, 30, 9]

Gesundheit	Krankenhaus, Apotheke, medizinisches Zentrum
Bildung/Wissenschaft	Schule, Universität, Bibliothek, Kindergarten
Sicherheit	Feuerwehr, Krisenreaktionszentrum, Polizeistation, Gefängnis
Recht	Gericht
Freizeit/Kultur	Theater, Oper, Stadion, Kino, Museum
Regierung/Verwaltung	Rathaus, Stadtverwaltung

Neben den Einrichtungen der sozialen Infrastruktur stellen auch die **Wohn- & Wirtschaftsimmobilien** [10] das Überleben, die Sicherheit und den Wohlstand einer Stadt sicher [12]. Vor dem Hintergrund der neuartigen Intelligenz von Städten und der einhergehenden wachsenden Vernetzung können Gebäude nicht isoliert von anderen

¹ Enumerative Definitionen enthalten Aufzählungen von Objekten, ohne jedoch auf abgrenzende Kriterien einzugehen. Vgl. vertiefend zu Definitionsarten von Infrastruktur [25].

städtischen Systemen betrachtet werden, sondern ihre mechanischen und elektrischen Systeme stehen in direkter Verbindung zu bspw. Haushaltsgeräten, Maschinen- und Prozessanlagen, Transportsystemen, Stromnetzen, Wasserversorgungs- und Abfallentsorgungsnetzen [28]. Zudem „können z. B. Gebäudehüllen neben ihrer Schutzfunktion auch zur Lärmreduktion und als Emissionssenke für chemische und biologische Schadstoffe dienen“ [30]. Unter dem Subsystem Wirtschaftsimmobilien [10] werden Einkaufsmöglichkeiten [31], Geschäfts- [31, 12], Verkaufsräume und Lager, Warenhäuser und Banken [12] sowie Produktionsanlagen [10] benannt und als Bestandteile des städtischen Alltag bzw. der städtischen Grundversorgung [31] definiert.

3.3 Gesellschaft

Dem Subsystem „Gesellschaft“ gehören die institutionelle Infrastruktur als Gegenstand der Wirtschafts- und Rechtspolitik und die immaterielle bzw. personelle Infrastruktur an. Dirks verwendet in diesen Zusammenhang das System Menschen („*a city's people system*“) und das System Wirtschaft („*a city's business system*“) [7]. Zygiaris beschreibt es als rechtliches und kulturelles System („*legal and cultural systems*“) [24].

Unter der **institutionellen Infrastruktur** wird die „Gesamtheit der gewachsenen und gesetzten Normen, Einrichtungen und Verfahrensweisen einer Gesellschaft in ihrer Verfassungswirklichkeit“ [29] verstanden. „Die institutionelle Infrastruktur bildet einen Rahmen aus staatlicher Rechtsordnung, tatsächlichen Verhaltensweisen, Einrichtungen und Institutionen der Gruppen und Individuen sowie deren komplexen Interdependenzen.“ [29] Analog der Subsysteme der sozialen Infrastruktur wird die institutionelle Infrastruktur in die tertiären Subsysteme Gesundheit, Bildung/Wissenschaft, Sicherheit, Recht, Verwaltung/Regierung und Freizeit/Kultur erweitert um das Subsystem Wirtschaft. Während sich die soziale Infrastruktur ausschließlich auf Anlagen, Betriebsmittel und Ausrüstungen bezieht, betrachtet die institutionelle Infrastruktur die Normen, Einrichtungen und Verfahrensweisen einer Gesellschaft, welche die Interaktion, das Verhalten und die Handlungen von Individuen, Gruppen und Gemeinschaften strukturieren.

In der Smart-City-Literatur werden folgende Elemente genannt, die der institutionellen Infrastruktur zugeordnet werden können: die rechtssprechenden Institutionen und die öffentlichen Verwaltung [12], das politische Umfeld sowie Gesetze und Verordnungen [12, 7], die Wirtschaft [3, 7, 9, 23, 24, 15], die öffentlichen Dienstleistungen [24], wie das Bildungs- [7, 9, 10, 12, 17] und Gesundheitswesen [7, 10] und die (öffentliche, soziale und menschliche) Sicherheit [3, 7, 9, 10, 17, 23, 28, 30].

In diesem Zusammenhang führt Andreoli den Begriff Metainfrastruktur ein. Er steht für Infrastrukturen, wie z. B. Sprache, Kultur, Gesetze und Regulierung sowie Regierungsführung, die aufgrund ihres determinierenden Charakters für die Wettbewerbsfähigkeit einer Gesellschaft von entscheidender Bedeutung sind [12].

Die **immaterielle Infrastruktur** stellt auf das Humankapital einer Volkswirtschaft ab, d.h. das Vermögen an Fähigkeiten, Verhaltensweisen und Konstitution der Menschen sowie deren Qualifizierung und Knowhow. Die „...geistigen, unternehmerischen, handwerklichen und sonstigen Fähigkeiten der Menschen in der Gesellschaft...“, wie „Allgemeinbildung, Spezialisierung und Qualifizierung in den verschiedenen Funktionen der arbeitsteiligen Marktwirtschaft, ferner ihre sektorale, regionale und unternehmens- bzw. betriebsgrößenmäßige Verteilung“ sind „...unerlässlich, um das „Entwicklungspotential [einer stetig entwickelnden Marktwirtschaft] auszuschöpfen“ [14].

Die immaterielle Infrastruktur gliedert auf der tertiären Ebene in die Subsysteme Individuum und Gemeinschaft. Eine Smart City bedarf selbstentscheidender, unabhängiger und bewusster Bürger. [9] Als Nutzer stellen sie einen integralen Bestandteil einer Smart City dar, da sie sowohl passiv sie interessierende Informationen erhalten als auch aktiv zur Erzeugung, Bereitstellung und den Austausch verschiedener Arten von Informationen an andere Benutzer beitragen können. [31]

4 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde eine Klassifikation der Subsysteme einer Smart City vorgestellt, die die innerhalb der Smart-City-Konzepte thematisierten konstituierenden Bestandteile bzw. Subsysteme strukturiert. Das interdisziplinäre Klassifikationssystem ist mit drei Ebenen hierarchisch strukturiert. Es beinhaltet sowohl induktiv als auch deduktiv ermittelte Klassen und berücksichtigt bereits bestehende Klassifikationsansätze der Bau-, Immobilien- und Infrastrukturforschung. Die erste Ebene weist die Klassen „Natürliche Umwelt“, „Gebaute Umwelt“ und „Gesellschaft“ aus.

In einer folgenden Untersuchung werden mithilfe der strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [19] die Eigenschaften, die den identifizierten Subsystemen einer Smart City im Rahmen des Diskurses zugeschrieben werden, ermittelt.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Mayring, P. (2002). Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5. Aufl. Weinheim: Beltz-Verl (Studium Paedagogik).
- [2] United Nations (2012). World Urbanization Prospects. The 2011 Revision. Hg. v. Department of Economic and Social Affairs/ Population Div. United Nations. New York.
- [3] Toppeta, D. (2010). The Smart City Vision. How Innovation and ICT Can Build Smart, "Livable", Sustainable Cities. In: Think! Report 005/2010.
- [4] Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? In: City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action, Vol. 12 (No. 3), S. 303–320.
- [5] Caragliu, A.; Del Bo, C.; Nijkamp, P. (2009). Smart cities in Europe. In: Milan Buček, Roberta Capello, Oto Hudec und Peter Nijkamp (Hg.): Conference Proceedings from 3rd Central European Conference in Regional Science, 3rd. Central European Conference in Regional Science.
- [6] Hatzelhoffer, L. (2012). Smart City konkret. Eine Zukunftswerkstatt in Deutschland zwischen Idee und Praxis. Berlin: Jovis.
- [7] Dirks, S.; Keeling, M. (2009). A Vision of Smarter Cities. How Cities Can Lead the Way into a Prosperous and Sustainable Future. Hg. v. IBM Global Business Services. Somers, NY.
- [8] Dirks, S.; Keeling, M.; Dencik, J. (2009): How Smart is your city? Helping cities measure progress. IBM Global Business Services. Somers, NY.
- [9] Giffinger, R.; Fertner, C.; Kramar, H.; Kalasek, R.; Pichler-Milanović, N.; Meijers, E. (2007). Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. Hg. v. Centre of Regional Science. University of Technology. Vienna.
- [10] Washburn, D.; Sindhu U. (2010). Helping CIOs Understand Smart City Initiatives. Forrester Research, Inc. Cambridge.
- [11] Komninos, N. (2006): The Architecture of Intelligent Cities. Integrating human, collective, and artificial intelligence to enhance knowledge and innovation. In: Intelligent Environments, 06, S. 13–20.

- [12] Andreoli, G.; Medaglia, C. M. (2010). Planning for a smarter society. In: Ericsson Business Review (EBR) (1/2010), S. 30–35.
- [13] Hall, R. E. (2000). The Vision of A Smart City. In: Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop. Paris.
- [14] Jochimsen, R. (1966). Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung. Tübingen: Mohr.
- [15] Rohde, F.; Loew, T. (2011). Smart City: Begriff, Charakteristika und Beispiele. Hg. v. Wiener Stadtwerke Holding AG. Wien.
- [16] McGeough, U.; Newman, D.; Wrobel, J. (2004). Model for Sustainable Urban Design. With Expanded Sections on Distributed Energy Resources. Hg. v. Gas Technology Institute Sustainable Energy Planning Office.
- [17] Murray, A.; Minevich, M.; Abdoullaev, A. (2011). The Future of the Future: Being smart about smart cities. In: KMWorld Magazine, Vol 20, Issue 9.
- [18] Bibliographisches Institut GmbH (2013). Duden. duden.de, Stand: 23.05.2013.
- [19] Mayring, P. (1990). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 2. Aufl. Weinheim: Dt. Studien-Verl.
- [20] Carsten, S. (2005). Zukunftsfähiges Handeln in Stadtregionen. Ein handlungsorientierter systemischer Ansatz. Norderstedt, Berlin: Books on Demand GmbH.
- [21] Utsch, J. H. (2008). Entscheidungskomplexorientiertes Controlling - ein Beitrag zur Unterstützung der Planung und Entscheidungsfindung im Baubetrieb. Kassel: Kassel University Press.
- [22] Eger, J. M. (2009): Smart Growth, Smart Cities, and the Crisis at the Pump. A Worldwide Phenomenon. In: I-Ways Journal of E-Government Policy and Regulation 47–53, 32/2009, S. 47–53.
- [23] Fischer, K.; Leupold, A. (2012): Herausforderungen für Kommunen bei der Umsetzung von Kooperationsmodellen in "Smart Cities"-Projekten. In: Reck, Theobald (Hg.). Sonderausgabe "Kommunales Infrastruktur-Management". IR Energie, Verkehr, Abfall, Wasser (InfrastrukturRecht), 9.Jahrgang (11). München, Frankfurt a.M.: Verlag C.H.Beck, S. 275–278.
- [24] Zygiaris, S. (2012). Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. In: Journal of the Knowledge Economy (March 2012), S. 1–15.
- [25] Momberg, R. (2000). Theorie und Politik der Infrastruktur unter Berücksichtigung institutionen- und politökonomischer Einflussfaktoren. Frankfurt am Main: Lang.
- [26] Barckhahn, S. (2013). Exit-Optionen für Projektbeteiligungen der privat finanzierten wirtschaftlichen Infrastruktur. Ein Beitrag zur Beteiligungsstrategie strategischer Investoren. Weimar: Verl. der Bauhaus-Univ.
- [27] Harrison, C.; Paraszczak, J.; Williams, R. P. (2011). Preface: Smarter Cities. In: IBM Journal of Research and Development 55 (1&2), S. 1–5.
- [28] Mitchell, William J. (2007). Intelligent Cities (5), S. 3–9.
- [29] Schulze, T. (1993). Infrastruktur als politische Aufgabe. Dogmengeschichtliche, methodologische und theoretische Aspekte. Frankfurt am Main u.a: Lang.
- [30] Braun, S.; Hertzsch, E. (2012). Die Stadt von morgen – Die Morgenstadt. Hg. v. Fraunhofer-Gesellschaft.
- [31] Yovanof, G. S.; Hazapis, G. N. (2009). An Architectural Framework and Enabling Wireless Technologies for Digital Cities & Intelligent Urban Environments. In: Wireless Pers Commun, 49 (3), S. 445–463.
- [32] Gabler-Wirtschaftslexikon. Das Wissen der Experten (2013). Wiesbaden. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de>, zuletzt geprüft am 26.05.2013.

Jan-Simon Schmidt

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement
schmidt@ibb.rwth-aachen.de

Der Entwicklungsprozess umweltbezogener Zuschlagskriterien zur umweltfreundlichen Beschaffung öffentlicher Infrastruktur-Bauleistungen

Kurzfassung: Aufgrund des zunehmenden Interesses der Öffentlichkeit und neuer Anforderungen in den Vergabegesetzen müssen öffentliche Auftraggeber sich aktuell verstärkt mit Themen der Umwelt- und Ressourcenschonung bei der Beschaffung von Bauleistungen beschäftigen. Dieser Beitrag fokussiert in diesem Zusammenhang den Erstellungsprozess von Bauwerken. Innerhalb der „umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung“ existieren zahlreiche Möglichkeiten, umweltfreundliche Lösungen und Innovationen voranzutreiben. Es fehlen jedoch die bauprojektspezifischen Grundlagen zur Anwendung von Elementen der umweltfreundlichen Beschaffung bei öffentlichen Infrastrukturprojekten. In der Vergabephase eignet sich insbesondere die Stufe der Zuschlagskriterien zur Integration von Umweltaspekten. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer Literaturanalyse über die Anforderungen an umweltbezogene Zuschlagskriterien beschrieben und deren Entwicklungsprozess anhand einer Fallstudie untersucht.

1 Einleitung

Bisherige Forschungs- und Praxisinitiativen bezüglich ökologisch nachhaltiger Infrastrukturprojekte berücksichtigen hauptsächlich die Planungs- und Nutzungsphase der Bauwerke. Umweltaspekte, die nicht das fertige Produkt (Bauwerk), sondern die Produktion (Phase der Bauausführung) betreffen, werden aktuell nur wenig fokussiert. Dadurch entsteht eine Lücke in der ganzheitlichen Lebenszyklusbetrachtung. Neben den Erfolgsfaktoren „Kosten“, „Zeit“ und „Qualität“ sollte der Erfolgsfaktor „Umweltschutz“ zukünftig eine neue Dimension im ganzheitlichen und umweltorientierten Bauprojektmanagement einnehmen und damit zu einer grundlegenden Veränderung der Branche führen [1]. Das Branchenimage ist besonders im Hinblick auf den Umweltschutz verbesserungsfähig. Laut einer aktuellen Studie des Instituts für Demoskopie Allensbach stufen nur 13 Prozent der Bevölkerung die Bauwirtschaft als engagiert für den Umweltschutz ein [2]. Das schlechte Ansehen resultiert vorwiegend aus den lokalen Auswirkungen durch z. B. Lärm, Staub, Erschütterungen und Verkehrsstörungen. Weiterhin wird die Branche als nicht besonders innovativ wahrgenommen. Bereits betriebener Aufwand zur Umwelt- und Ressourcenschonung wird unzureichend dokumentiert und wenig marketingwirksam genutzt. Dies führt u. a. zu einer grundsätzlich eher ablehnenden Haltung der Bevölkerung. Diese Haltung ist aktuell insbesondere gegenüber der Umsetzung von Großprojekten und gegenüber der gesamten Baubranche zu beobachten. Fast täglich erscheinen negative Schlagzeilen über die Branche – oft auch in Zusammenhang mit negativen Umweltauswirkungen der Bauprojekte. In der Pflicht zur Verbesserung der Situation stehen in erster Linie die Auftraggeber (AG), da sich die anderen Akteure an deren Anforderungen anpassen müssen, um weiterhin Aufträge zu erhalten.

In einem Promotionsprojekt am Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement der RWTH Aachen University werden die Perspektiven der unterschiedlichen Akteure der Bauwirtschaft in Hinblick auf die Umwelt- und Ressourcenschonung untersucht. Insbesondere bei großen Infrastrukturprojekten bestehen erhebliche Potenziale in der Einsparung von Ressourcen und der Verringerung von Umweltauswirkungen [3].

In diesem Beitrag wird im Allgemeinen die Perspektive des öffentlichen AG beschrieben. Im Detail wird der Entwicklungsprozess umweltbezogener Zuschlagskriterien beschrieben. Die Ergebnisse entstammen einer Fallstudie, die während eines Forschungsprojektes bei einem großen öffentlichen Auftraggeber durchgeführt wurde.

2 Einführung in die Problemstellung

Aufgrund der weitgehenden Vorgabe der Bauproduktion durch die AG liegt es an diesen, im Beschaffungsprozess die Rahmenbedingungen und Anreize für eine umwelt- und ressourcenschonende Bauprojektentwicklung vorzugeben. Nach der Auftragsvergabe sind umweltbezogene Maßnahmen nur noch bedingt beeinflussbar. In den Phasen der Planung, Ausschreibung und Vergabe müssen diese Maßnahmen daher strategisch berücksichtigt werden. Öffentliche Auftraggeber haben sich in ihrem Beschaffungsprozess an ein straff geordnetes Verfahren zu halten. Bisher fehlen allerdings grundlegende Ansätze und Methoden, um Umweltaspekte des Bauprozesses in den Beschaffungsprozess einzufügen. Eine Abwägung umweltfreundlicherer Alternativen findet oft nicht bzw. erst zu spät statt. Mögliche Potenziale, wie z. B. der Transport von großen Massen über den Wasserweg oder die Schiene, können somit oftmals nicht ausgeschöpft werden. Das „grüne Denken“ ist noch nicht ausreichend im Bewusstsein der verschiedenen Akteure der Bauwirtschaft verankert. Durch die öffentlichen Auftraggeber kann dieser Zustand positiv verändert werden. Die öffentliche Beschaffung als umweltpolitisches Instrument kann Vorbildfunktionen auch für private Organisationen haben und zur Etablierung von neuen Umweltstandards beitragen [4].

Durch Umweltfreundliche Öffentliche Beschaffung (UÖB) kann zielgerichtet der Einsatz von umweltfreundlichen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen gefördert werden. Dadurch werden nachhaltige Produkt- und Serviceinnovationen vorangetrieben [5]. Innerhalb der UÖB kann bei der Beschaffung von Bauleistungen ein Ansatz auf der Ebene der Zuschlagskriterien zielführend sein [6]. Aufgrund eines Wissensdefizits über die Formulierung von umweltbezogenen Zuschlagskriterien werden diese zum aktuellen Stand der Vergabepraxis nur selten eingesetzt und gelten eher als Ausnahme. Die Schwierigkeit liegt darin, umweltbezogene Zuschlagskriterien zu definieren, die projektspezifisch, quantifizierbar und überprüfbar sind [7]. Öffentliche Auftraggeber werden daher mit zahlreichen offenen Fragestellungen konfrontiert, um eine unter rechtlichen, ökonomischen, technischen und ökologischen Aspekten optimierte Vergabe vorzubereiten. In Nordrhein-Westfalen sind die öffentlichen Auftraggeber laut dem Tariftreue- und Vergabegesetz (TVgG-NRW) bereits seit Mai 2012 sogar dazu verpflichtet, ihre Vergabe nach ganzheitlichen Wertmaßstäben durchzuführen [8]. Der Zuschlag ist auf das „unter Berücksichtigung aller Umstände wirtschaftlichste Angebot zu erteilen“. Dabei sind insbesondere Kriterien des Umweltschutzes und der Energieeffizienz bei der Wertung der Angebote zu berücksichtigen. Laut VARNÄS *et al* sollte der Einsatz von umweltbezogenen Zuschlagskriterien gerade im Bausektor verfolgt werden, um neue und kreative „grünere“ Lösungen voranzutreiben [9].

3 Forschungslücke und Methodik

Der Forschungsgegenstand für das Promotionsprojekt ist die notwendige Synthese aus den Themenfeldern des Umwelt- und Projektmanagements aus den unterschiedlichen

Perspektiven der Akteure der Bauwirtschaft in den Phasen der Ausschreibung, Vergabe und Bauausführung vor dem Hintergrund einer zunehmenden Bedeutung der Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz und der Vermeidung lokaler und globaler Emissionen. In der bisherigen Forschung ist ein starker Fokus auf die Bauunternehmen als Verursacher der Umweltauswirkungen zu erkennen. Die bestehende deutsche Forschung bezieht die unterschiedlichen Perspektiven der verschiedenen Akteure der Bauwirtschaft nicht in die Überlegungen mit ein.

3.1 Forschungslücke dieses Beitrags

Die in diesem Beitrag untersuchte Forschungslücke bezieht sich innerhalb der Perspektive des öffentlichen Auftraggebers auf die Integration von Umweltaspekten in den Beschaffungsprozess. Nach einer strategischen Untersuchung zu den Möglichkeiten der Integration in den verschiedenen Ausschreibungsbereichen (z. B. in den technischen Spezifikationen, in der Leistungsbeschreibung, in den zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen) [6] wird in diesem Beitrag der Prozess der Entwicklung und Erprobung umweltbezogener Zuschlagskriterien betrachtet. Folgende Leitfragen werden mit diesem Beitrag angesprochen, um die Forschungslücke zu schließen:

1. Welche Randbedingungen sind bei der Entwicklung von Zuschlagskriterien zu beachten?
2. Wie gestaltet sich der Prozess der Entwicklung von umweltbezogenen Zuschlagskriterien in Organisationen öffentlicher Auftraggeber?
3. Inwiefern können bzw. sollten umweltbezogene Zuschlagskriterien das Vergabeergebnis beeinflussen und wie hoch darf der Vergabevorteil sein?

3.2 Methodik

Die Untersuchung hat zwei Bestandteile: 1. Eine Literaturrecherche zum wissenschaftlichen Grundlagenstudium, 2. Eine praxisorientierte Fallstudie.

Die Literaturrecherche umfasste das Studium deutscher und internationaler wissenschaftlicher Veröffentlichungen zu Themen der umweltfreundlichen und nachhaltigen Beschaffung, zur öffentlichen Ausschreibung, zu Umweltaspekten im Bauwesen und zur Beschaffung von Bauleistungen. Die untersuchte Literatur beinhaltete vorwiegend Dissertationen und wissenschaftlich begutachtete Aufsätze in Fachzeitschriften, z. B. aus dem ELSEVIER-Verlag. Im Speziellen wurden Quellen gesucht, die sich mit umweltbezogenen Zuschlagskriterien bei der Beschaffung von Bauleistungen beschäftigen. Es ist festzustellen, dass die schwedische Forschungslandschaft in diesem Themenfeld in Hinblick auf die Anzahl der spezifischen Veröffentlichungen eine der bedeutendsten Denkfabriken darstellt. Aus Deutschland konnten keine wissenschaftlichen Arbeiten in diesem speziellen Gebiet gefunden werden. Dem Umfang geschuldet enthält dieser Beitrag nur eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturanalyse zu den Anforderungen an Zuschlagskriterien. Eine umfangreichere Darstellung der theoretischen Erkenntnisse ist in *SCHMIDT und OSEBOLD* [10] enthalten.

Die in diesem Beitrag vorgestellten Erkenntnisse wurden in einer Fallstudie während der aktiven Mitarbeit an der Erstellung und Erprobung von Zuschlagskriterien gewonnen. Im Auftrag eines öffentlichen Auftraggebers waren Zuschlagskriterien für die Vergabe von Bauleistungen innerhalb eines großen unterirdischen Infrastrukturprojekts zu entwickeln. Der Prozess von der ersten Vorstudie bis zur Untersuchung der Angebote der Bieter wurde gestaltet, begleitet und dokumentiert. Die Untersuchung fand im Zeitraum von April 2012 bis Januar 2013 statt. Der Autor dieses Beitrags führte die Literaturrecherche durch und war an der Konzeption der Zuschlagskriterien und der Durchführung von

Expertenworkshops beteiligt. Die Erkenntnisse wurden innerhalb der Diskussionen aufgezeichnet. Zudem wurden weitere Erkenntnisse durch die Dokumentenanalyse bisheriger anderer Zuschlagskriterien des öffentlichen Auftraggebers neben dem Preis, wie z. B. „Bauzeit“ und „technischer Wert“, gewonnen.

4 Ergebnisse

4.1 Anforderungen an Zuschlagskriterien

Laut Artikel 53 der Richtlinie 2004/18/EG kann der Zuschlag entweder auf das wirtschaftlich günstigste Angebot unter Berücksichtigung verschiedener mit dem Auftragsgegenstand zusammenhängender Kriterien oder auf das Angebot mit dem niedrigsten Preis erfolgen [11]. Letzteres wird jedoch vom nationalen Recht ausgeschlossen. Nach § 16 Abs. 6 Nr. 3 VOB/A hat der Auftraggeber eine Bewertung nach ganzheitlichen Wertmaßstäben vorzunehmen, wozu auch Umwelteigenschaften gehören.

Die Stufe der Zuschlagserteilung erweist sich im öffentlichen Vergabeverfahren als „zentrales Einlassstor“ für Umweltstandards. Der öffentliche AG hat dabei einen erheblichen Beurteilungs- und Gestaltungsspielraum [12] und ist dazu berechtigt, eigene Zuschlagskriterien zu formulieren [13]. Allerdings müssen zahlreiche rechtliche Randbedingungen berücksichtigt werden, um das Verfahren rechtlich sicher zu gestalten. Die Zuschlagskriterien sind den Bietern in der Bekanntmachung oder den Vergabeunterlagen mitzuteilen und müssen mit dem Auftragsgegenstand zusammenhängen. Bei einem Bauvolumen oberhalb des Schwellenwerts ist nach § 16a VOB/A zudem eine Gewichtungsangabe gefordert. Weiterhin hat der öffentliche AG, wie auch in den anderen Vergabephasen, die Grundsätze des Vergaberechts zu beachten. Die wesentlichen nationalen rechtlichen Regelwerke sind die Vergabeverordnung (VgV) und das Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB). Bei der öffentlichen Ausschreibung gilt weiterhin die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB). Bei der Entwicklung von Zuschlagskriterien sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Transparenz (§97 Abs. 1 GWB, § 2 Abs. 1 Nr. 1 VOB/A)
- Wettbewerbsfreiheit (§ 97 Abs. 1 GWB, § 2 Abs. 1 Nr. 2 VOB/A)
- Nichtdiskriminierung (§ 97 Abs. 2 GWB, § 2 Abs. 2 VOB/A)

Die Zuschlagskriterien müssen diesen Grundsätzen entsprechen und dürfen dem AG keine unbeschränkte Wahlfreiheit einräumen.

Die Schwierigkeiten bei der Gestaltung von Zuschlagskriterien für die Erbringung von Bauleistungen in Hinblick auf die genannten rechtlichen Anforderungen sind vielfältig. Die Kriterien müssen projektbezogen sein. Aufgrund der Einzigartigkeit eines jeden Bauprojektes sind daher die Zuschlagskriterien für jeden Fall neu zu durchdenken und müssen für jede Beschaffung umfangreich geprüft werden [14]. So ist z. B. beim Einsatz eines Kriteriums zur umweltschonenderen Gestaltung der Transporte sicherzustellen, dass Bieter, deren Firmensitz weit von der Baustelle entfernt liegt, nicht diskriminiert werden. Ein weiteres Problem birgt die objektive und quantifizierbare Beurteilung und spätere Kontrolle verschiedener Umweltkriterien. Z. B. die Einhaltung von organisatorischen Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltauswirkungen kann nur schwer quantifiziert werden. Bei diesen qualitativen Kriterien kommt es insbesondere darauf an, nachvollziehbare Bewertungsschemen zu entwickeln [6].

Neben den rechtlichen Anforderungen bestehen auch Interessen innerhalb der Organisation des öffentlichen Auftraggebers, die bei der Entwicklung von Zuschlagskriterien zu berücksichtigen sind. Innerhalb der unterschiedlichen Perspektiven der technischen und kaufmännischen Projektleitung sowie aus juristischer Sicht bestehen

unterschiedliche Schwerpunkte, die bei der Entwicklung eines Zuschlagskriteriums zu berücksichtigen sind. Gerade dann, wenn im Zuschlagskriterium qualitative Beschreibungen gefordert werden, ist die Nachvollziehbarkeit des Bewertungsverfahrens von Bedeutung. Durch Unterkriterien können die Angebote der Bieter objektiver bewertet werden. Das Bewertungsverfahren muss aber aus Sicht der Vergabestelle praktikabel sein. Daher darf es nicht zu kompliziert und umfangreich gestaltet werden. Ein zu kompliziertes Kriteriengerüst ist fehleranfällig und demzufolge nicht zielführend unter Gesichtspunkten der Praktikabilität [12]. Um ein rechtlich unanfechtbares, technisch sinnvolles und praktikables Kriterium zu entwickeln, ist ein Optimum aus teilweise gegenläufigen Zieldimensionen zu erreichen.

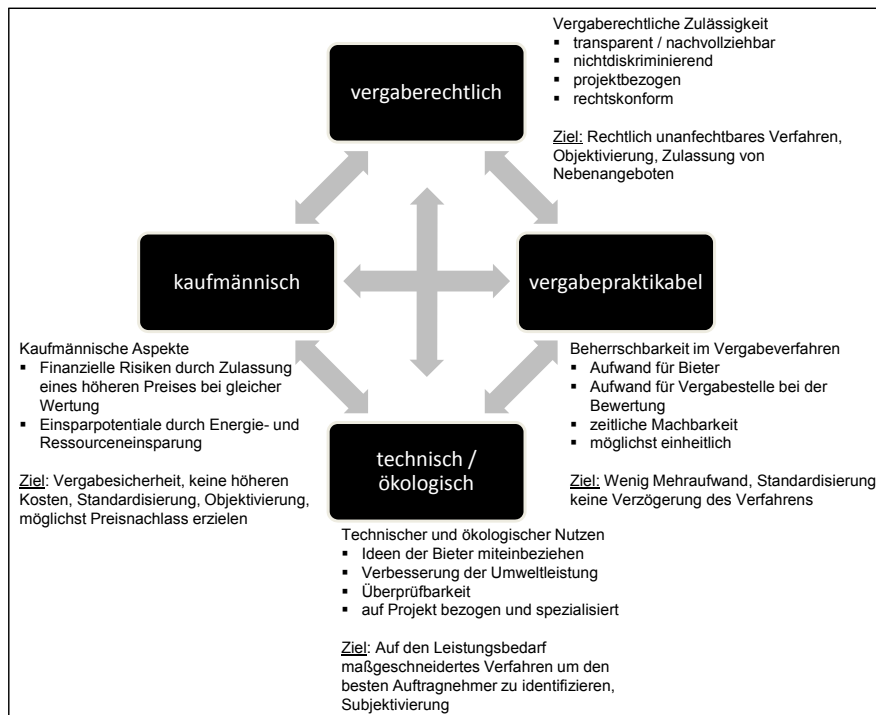


Bild 1: Zieldimensionen bei der Entwicklung von Zuschlagskriterien

In Bild 1 sind die unterschiedlichen Zieldimensionen, die innerhalb der Organisation des öffentlichen Auftraggebers existieren, dargestellt. Einen Zielkonflikt gibt es z. B. zwischen einer vergaberechtlich einwandfreien Ausgestaltung eines Kriteriums und der Vergabepraktikabilität: Zur objektiven Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung ist das Bewertungsverfahren entsprechend umfangreich zu gestalten. Dadurch wird allerdings der Aufwand für die Angebotsprüfung und –bewertung erhöht, was in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit bei der Angebotsbewertung ein Problem darstellt. Da das Zuschlagskriterium „Umwelt“ nicht wie der Angebotspreis direkt in Zahlen bewertet werden kann, muss im Voraus festgelegt werden, wie viel Bearbeitungszeit für die Bewertung der Angebote eingesetzt werden kann.

4.2 Entwicklung des Zuschlagskriteriums „Umwelt“

Nach VARNÄS *et al* bedienen sich öffentliche Auftraggeber zur Entwicklung der umweltbezogenen Zuschlagskriterien zumeist externer Beratung [9]. In der durchgeführten Fallstudie fand die Entwicklung des Zuschlagskriteriums „Umwelt- und Energieeffizienz“ innerhalb eines Forschungsprojektes durch die Zusammenarbeit der öffentlichen Vergabestelle mit der Hochschule statt. Eine Prüfung des Kriteriums erfolgte durch eine externe Anwaltskanzlei.

Der Entwicklungsprozess teilt sich in 10 Phasen auf und wird in Bild 2 schematisch dargestellt.

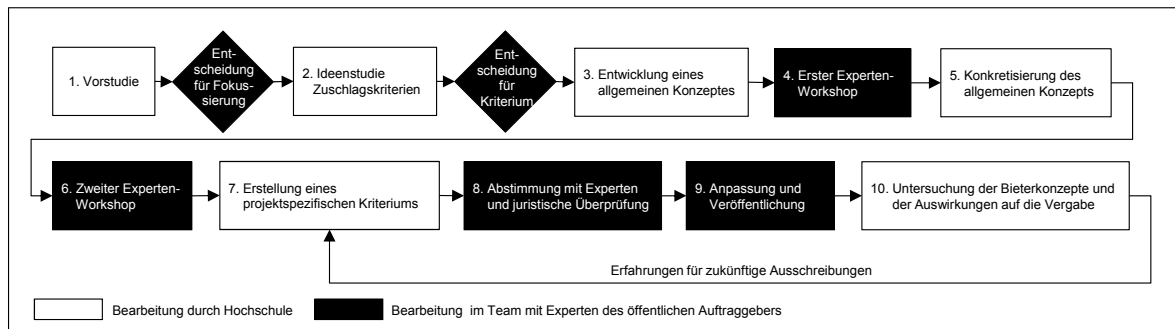


Bild 2: Der Kriterien-Entwicklungsprozess in Anlehnung an [5]

Im ersten Schritt wurden in einer Vorstudie Möglichkeiten eruiert, zusätzliche Umwelanforderungen in den Beschaffungsprozess einzufügen. In einer ersten Abstimmung wurde aus folgenden Gründen die Fokussierung auf die Zuschlagskriterien beschlossen:

- Der öffentliche AG schränkt sich nicht selbst den Markt ein, wie z. B. beim Einsatz von Eignungskriterien oder technischen Spezifikationen.
- Umweltschutzbezogene Zuschlagskriterien ermöglichen einen differenzierteren Einbezug als die technischen Spezifikationen, da sie in ein direktes Verhältnis zu einem eventuell höheren Preis gesetzt werden. Es wird dabei transparent, wie hoch die Mehrkosten für ein umweltfreundlicheres Angebot sind.
- Zuschlagskriterien eignen sich insbesondere zur Demonstration der hohen Umweltansprüche des AG [7].
- Aufgrund der rechtlichen Situation werden neben dem Preis noch weitere Kriterien zur Ermittlung des wirtschaftlich günstigsten Angebots benötigt. Besonders dann, wenn der AG Nebenangebote zulassen will (Entscheidung vom 07.01.2010 - Verg 61/09 – OLG Düsseldorf) [15].
- In NRW sind Auftraggeber verpflichtet, bei der Vergabe Kriterien des Umweltschutzes und der Energieeffizienz zu berücksichtigen [8].

In einer Ideenstudie wurden im zweiten Schritt verschiedene mögliche Zuschlagskriterien skizziert. In einer weiteren Abstimmung wurde beschlossen, welche Kriterien konkretisiert werden sollen. Dabei entschied man sich für das Zuschlagskriterium „Umweltkonzept“. Ähnlich zu den im internationalen Baugeschäft üblichen „Method Statements“ müssen die Bieter zu unterschiedlichen Umweltaspekten Konzepte abgeben [6]. Darin wird beschrieben, wie das Unternehmen plant, mit entsprechenden Umweltaspekten auf der Baustelle umzugehen, um die Auswirkungen zu minimieren. In einem Expertenworkshop wurde im Kreis mit erfahrenen Projektleitern des öffentlichen Auftraggebers das konzipierte Kriterium diskutiert. Eine Erkenntnis war, dass kein allgemeingültiges Kriterium entwickelt werden kann. Es gilt vielmehr einen allgemeinen Kriterienkatalog zu erstellen, der dann bei Bedarf für jedes Projekt angepasst werden kann. Weiterhin wurde bestätigt gefunden, dass entsprechend der Angaben in der wissenschaftlichen Literatur die Gewichtung eines Umweltkriteriums bei der Wertung der Angebote etwa 10% betragen sollte [7], [16], [14]. Bei Gewichtungsanteilen unterhalb 10 % könnte das Kriterium vergaberechtlich als „Scheinkriterium“ angefochten werden. Für jede Ausschreibung sind Angebotsszenarien durchzuspielen, um den maximalen Vergabevorteil, der durch das Kriterium entstehen kann, zu berechnen [17]. Die Vergabestelle hat individuell zu prüfen, welche maximale Preiserhöhung durch das Umweltkriterium zu rechtfertigen ist. Nach

einer weiteren Überarbeitung des allgemeinen Konzepts wurde ein weiterer Expertenworkshop durchgeführt. Neben den Erfahrungen aus der Projektleitung wurden auch die Ansichten aus dem Einkauf und der Rechtsabteilung des öffentlichen Auftraggebers miteinbezogen. Hierbei wurden neue Ideen in das Zuschlagskriterium eingearbeitet. Die qualitativen Bieterkonzepte der Bieter sind zu kombinieren mit quantitativen Angaben wie z. B. die CO₂-Emissionen der eingesetzten Geräte. Das Kriterium wurde für eine aktuell laufende Ausschreibung diskutiert. Nach der Überarbeitung und Spezialisierung des Kriteriums auf das konkrete Projekt fand eine juristische Abschlussprüfung durch eine externe Kanzlei statt. Derzeit befindet sich das Projekt in der Ausschreibungsphase. Nach der Submission werden die Angebote der Bieter hinsichtlich der Angaben im Zuschlagskriterium „Umwelt und Energieeffizienz“ untersucht, um Rückschlüsse für Verbesserungen bei zukünftigen Ausschreibungen zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang wird auch untersucht werden, inwiefern das Zuschlagskriterium „Umwelt und Energieeffizienz“ eine Auswirkung auf das Vergabeergebnis hat. Laut einer vergangenen Studie aus Schweden hatte das Zuschlagskriterium Umwelt bei neun Vergaben keine Auswirkungen auf das Vergabeergebnis [7]. Für den öffentlichen Auftraggeber stellt sich die zentrale Frage, um wie viel höher der Preis beim Zuschlag auf das wirtschaftlich günstigste Angebot sein darf und wie das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen festgestellt werden kann.

5 Diskussion und Ausblick

Bisher hat bei der Vergabe von Bau- und Infrastrukturleistungen die Entscheidung für den Qualitätswettbewerb und gegen einen reinen Preiswettbewerb weder bei öffentlichen AG noch in der vergaberechtlichen Rechtsprechung ausreichend Beachtung gefunden [13]. Neue rechtliche Anforderungen, z. B. das Tariftreue- und Vergabegesetz (TVgG-NRW), stellen für die öffentlichen AG daher eine Herausforderung dar. Bisher ist die Verwendung umweltbezogener Zuschlagskriterien noch eher eine Ausnahme.

In diesem Beitrag wurden die Randbedingungen für die Entwicklung von Zuschlagskriterien erläutert. Weiterhin wurde der Entwicklungsprozess von umweltbezogenen Zuschlagskriterien anhand einer Fallstudie beschrieben. Die Ergebnisse der Literaturrecherche und der Fallstudie zeigen, dass öffentliche Auftraggeber bei der Erstellung von umweltbezogenen Zuschlagskriterien zahlreiche Aspekte berücksichtigen müssen. Der vorgestellte Entwicklungsprozess eignet sich, um rechtlich konforme und praktikable Zuschlagskriterien zu formulieren. Da es für die Beschaffung von Bauleistungen noch keine prozessbezogenen strategischen und operativen Standards gibt, sind dazu wissenschaftliche Grundlagen zu schaffen. Insbesondere die Bewertung von Umweltkriterien im Vergabeverfahren und die spätere Kontrolle und Dokumentation auf der Baustelle sind dabei zu untersuchen. Dabei ist auch die Messung des Nutzens einer umweltfreundlicheren Bauausführung in Geldeinheiten weiter zu erforschen. Es fehlen grundlegende Betrachtungen über den maximalen vergaberechtlichen Vorteil, der durch das Kriterium erzielt werden soll. Mit den Erfahrungen aus aktuell laufenden Ausschreibungen werden weitere Erkenntnisse zu diesen noch offenen Punkten erlangt werden. Zudem ist eine Breitenerhebung bei öffentlichen Auftraggebern geplant, die den aktuellen Stand der Vergabepraxis, Probleme und Chancen der grünen Beschaffung von Bauleistungen und den aktuellen Einsatz umweltbezogener Zuschlagskriterien untersuchen wird.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Ofori, G., The environment: the fourth construction project objective? Construction Management and Economics (10), 1992, S. 369–395.

- [2] Institut für Demoskopie Allensbach, Das Image der deutschen Bauwirtschaft. Ergebnisse einer bundesweiten Bevölkerungsbefragung. Allensbach, November 2007.
- [3] Osebold, R., Schmidt, J.-S., Grün, E., Strux, H.-P., Umwelt- und ressourcenschonende Abwicklung großer unterirdischer Infrastrukturprojekte am Beispiel des Generationenprojekts „Emscher-Umbau“. In: Tagungsband des 23. Assistententreffens der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. M. F. Brunk, R. Osebold (Hrsg.). 18. - 20. Juli 2012 an der RWTH Aachen University: VDI, S. 14–24, 2012.
- [4] Barth, R., Dross, M., Erdmenger, C., Günther, E., Klauke, I., Scheibe, L., Die nachhaltige öffentliche Beschaffung in der politischen Diskussion. In: Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung. R. Barth, C. Erdmenger, E. Günther (Hrsg.). Innovationspotentiale, Hemmnisse, Strategien. Heidelberg: Physica-Verlag, S. 1–12, 2005.
- [5] Bratt, C., Hallstedt, S., Robèrt, K.-H., Broman, G., Oldmark, J., Assessment of criteria development for public procurement from a strategic sustainability perspective. Journal of Cleaner Production 2013.
- [6] Osebold, R., Schmidt, J.-S., "Grüne Beschaffung" zur ökologischen Verbesserung des Bauprozesses. Bauingenieur 88 (3), 2013, S. 99–104.
- [7] Varnäs, A., Balfors, B., Faith-Ell, C., Environmental consideration in procurement of construction contracts: current practice, problems and opportunities in green procurement in the Swedish construction industry. Journal of Cleaner Production 17 (13), 2009, S. 1214–1222.
- [8] Tariftreue- und Vergabegesetz Nordrhein-Westfalen. TVgG - NRW, 26.01.2012.
- [9] Varnäs, A., Faith-Ell, C., Balfors, B., Linking environmental impact assessment, environmental management systems and green procurement in construction projects: lessons from the City Tunnel Project in Malmö, Sweden. Impact Assessment and Project Appraisal 27 (1), 2009, S. 69–76.
- [10] Schmidt, J.-S., Osebold, R., "Greener" Procurement of Construction Works for Contracting Authorities. In: Book of Full Papers. G. Hauser, T. Lützkendorf, N. Eßig (Hrsg.). sb13 munich Implementing Sustainability - Barriers and Chances: Fraunhofer-IRB-Verlag, S. 1266–1274, 2013.
- [11] Richtlinie 2004/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 über die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffentlicher Bauaufträge, Lieferaufträge und Dienstleistungsaufträge. 2004/18/EG, 31. März 2004.
- [12] Willenbruch, K., Nullmeier, R., Energieeffizienz und Umweltschutz bei der Vergabe öffentlicher Aufträge. Eine Darstellung der vergaberechtlichen Vorgaben unter besonderer Berücksichtigung der ab 20.8.2011 geltenden Änderungen im Vergaberecht. Köln: Bundesanzeiger-Verl, 2012.
- [13] Vöhringer-Gampper, C., Haren, E., Witten, I., Hammer, T., Praxishandbuch Bauvergaberecht. München: Beck, 2012.
- [14] Parikka-Alhola, K., Nissinen, A., Environmental impacts of transport as award criteria in public road construction procurement. The International Journal of Construction Management 12 (2), 2012, S. 35–49.
- [15] Bergs, D., Zulässigkeit von Nebenangeboten beim alleinigen Zuschlagskriterium "Preis". Baugewerbe (10), 2011, S. 43–45.
- [16] Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Lieferungen und Leistungen im Straßen- und Brückenbau - HVA L-StB - Teil 1, 2011.
- [17] Reimers, R., Billig oder wirtschaftlich? Die zwingende Anwendung von Zuschlagskriterien und deren Gewichtung. Deutsches Ingenieurblatt (11), 2011, S. 46–49.

Martina Schneller

Bergische Universität Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

schneller@uni-wuppertal.de

Bauleitung 2012 – Situationserfassung im Rahmen des Projektes EBBFü

Kurzfassung:

Im Rahmen des Projekts „Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit von Baustellen-Führungskräften“ (EBBFü) wurde in der ersten Phase eine Erfassung zur aktuellen Belastungssituation bei Baustellen-Führungskräften durchgeführt.

Die Befragungen der Baustellen-Führungskräfte zeigen, dass aktive Baustellen-Führungskräfte ein ganz bestimmter Typ Mensch sind, der gewisse Charaktereigenschaften mitbringt und dadurch die Ausgangsthesen (sozial problematischer Workaholic, einsamer Bau-Wolf, überforderte Wollmilchsau) zum Projekt nicht im vollen Umfang bestätigt werden konnten. Die Funktion als zentrale Nahtstelle wird von der Bauleitung nicht negativ empfunden, sondern grundsätzlich positiv, es sei denn, es handelt sich um einen öffentlichen Bauherrn. Auch die Hypothese, dass dem Bauleiter die interne Unterstützung fehlt, kann nicht aufrechterhalten werden. Vielmehr ist es so, dass die Baustellen-Führungskräfte sich Freiheiten und sogar mehr Mitbestimmung wünschen. Der Belastungsdruck wird nicht als so groß empfunden, wie er von der Außenwelt gesehen wird. Die Bauleitung benötigt ein strukturiertes und organisiertes Umfeld und vor allem ein verlässliches Netzwerk. Die Fluktuation wird sicherlich auch als wirtschaftlicher Schaden gesehen, die Situation kann aber auch positiv betrachtet werden.

Dies sind nur einige Erkenntnisse, auf die die zu erprobenden und entwickelten Modelle aufsetzen.

1 Einleitung

Das Projekt Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit von Baustellen-Führungskräften, kurz EBBFü, ist ein gemeinsames Projekt der Bergischen Universität Wuppertal, des Berufsförderungswerkes der Bauindustrie NRW e.V. sowie der conpara Gesellschaft für Unternehmensberatung mbH. Assoziierter Partner sind die Baugewerblichen Verbände Nordrhein. Die Laufzeit beträgt 24 Monate, sie endet am 31.12.2013. EBBFü wird finanziell unterstützt durch das Ministerium für Arbeit, Integration und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Europäischen Sozialfond.

Am Projekt EBBFü wirken 18 Praxispartner mit, die mit uns ebenfalls das gleiche Ziel verfolgen:

- die Arbeitssituation von Baustellen-Führungskräften¹ zu verbessern und
- dem Nachwuchskräftemangel entgegen zu wirken

1 Im Folgenden wird vom Bauleiter in einer geschlechtsneutralen Form gesprochen, wenn die Baustellen-Führungskraft gemeint ist.

Das Projekt gliedert sich in zwei Phasen. Die erste Phase unterteilt sich in die Bestandsaufnahme und die Modellentwicklung. In der Bestandsaufnahme soll die eigentümliche Wissenslage, mit der wir in diesem Zusammenhang konfrontiert sind, entschlüsselt werden. Denn einerseits scheinen die Strukturen und Probleme im Hinblick auf das Tätigkeitsfeld der Bauleitung klar, und ebenso deutlich sind viele Effekte, die zu beobachten sind, bekannt. Andererseits liegen bisher keine aktuellen Studien über die konkreten Prozesse, die vom einen zum anderen führen, vor. Wir wären hier auf Spekulationen angewiesen gewesen. Da das Projekt EBBFü aber, um seine Ziele erreichen zu können, konkrete Kenntnisse über genau diesen „dunklen“ Bereich benötigt, wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme Befragungen durchgeführt. Diese Ergebnisse sollen im Folgenden präsentiert werden. Auf Basis der Bestandsaufnahme fand eine Modellentwicklung statt. In der zweiten Phase, in der sich das Projekt aktuell befindet, folgt die Erprobung der entwickelten Modelle.

2 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme wurde mit verschiedenen Methoden durchgeführt, zum einen wurden Online-Befragungen und zum anderen Qualitative Befragungen durchgeführt, die Zielgruppe waren Baustellen-Führungskräfte. Zur Validierung dieses Ergebnisses wurden die Geschäftsführer der Praxispartnerunternehmen, deren Baustellen-Führungskräfte ebenfalls interviewt worden waren, auch im Experten-Gespräch befragt.

Zahlenmäßig bedeutet dies:

Online Befragung (Laufzeit: 02.04.2012 -18.05.2012)	
225	Personen haben den Fragebogen geöffnet
107	Probanden mit verwertbaren Antworten
Ergänzende Online Befragung zu den Stressoren (Laufzeit: 25.06.2012 -09.10.2012)	
229	Personen haben den Fragebogen geöffnet
105	Probanden mit verwertbaren Antworten
Experten Gespräche (Laufzeit: 04/2012 -08/2012)	
13	Bauleiter
11	Geschäftsführer zur Validierung

Bild 1: zahlenmäßige Darstellung der Befragungsteilnehmer

2.1 Ergebnisse der Online-Befragung

Wenn die Ergebnisse im Hinblick auf die aktuelle Lebenssituation Wohnung, Gesundheit, Job, Lebensperspektive etc. betrachtet werden, sind diese grundsätzlich positiv.

Bei der **Wohnung** geben nur 7 Prozent an, unzufrieden zu sein. Und bei der Betrachtung der Änderungswünsche, die immerhin von 15 Prozent geäußert wurden, ist deutlich, dass es sich in diesem Bereich um Luxusprobleme (neues Haus, zusätzliche Immobilie im Ausland etc.) handelt. Lediglich 3 Teilnehmer äußern den Wunsch, näher am Arbeitsplatz zu wohnen.

Der **Gesundheitszustand** wird von gut drei Vierteln der Befragten mindestens als zufriedenstellend beschrieben. Bei dem Viertel, das unzufrieden ist, sind die häufigsten Änderungswünsche

- mehr Sport (34,3 %),
- mehr Freizeit und Erholung (25,7 %) und
- weniger Stress (17,1 %).

Auf die Frage „Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihrer derzeitigen Lebenssituation, bezogen auf Ihren **Job**?“ antworten 14 Prozent, dass sie sehr zufrieden und 67 Prozent, dass sie zufrieden sind. Insgesamt sind also 81 Prozent der Befragten zufrieden mit der aktuellen Situation und nur 18 Prozent unzufrieden und nur ein Prozent sehr unzufrieden. Die Änderungswünsche, die hier geäußert werden, sind mit 17,7 Prozent führend eine leistungsgerechte Entlohnung, gefolgt von mit jeweils 13,7 Prozent, zum einen weniger Arbeit, zum anderen geregelte/flexible Arbeitszeiten und weniger Zeitdruck, und auf Platz fünf mit 11,4 Prozent mehr Unterstützung.

Bei der **Lebensperspektive** sehen 83 Prozent der Befragten positiv in die Zukunft. 36 Prozent äußern Änderungswünsche, allerdings werden diese nur von der Hälfte auch benannt. Dabei landen auf den Plätzen 1-5 mit jeweils 13 Prozent

- mehr Sicherheit,
- Gesundheit,
- heimatnaher Arbeitsplatz,
- mehr Freizeit und
- mehr Zufriedenheit.

Beim Familienstand gaben 90 Prozent der Befragten an, verheiratet (71 %) oder in einer Partnerschaft (19 %) zu leben, lediglich 4 Prozent der Befragten waren geschieden und nur 6 Prozent waren Single. Mit der Situation in der **Partnerschaft** sind 95 der Befragten mindestens zufrieden, dies entspricht ebenfalls 90 Prozent. Grundsätzlich ist auch keine Tendenz zu sehen, die eine Unzufriedenheit im Hinblick auf den Familienstand aufzeigt (siehe Bild 2).

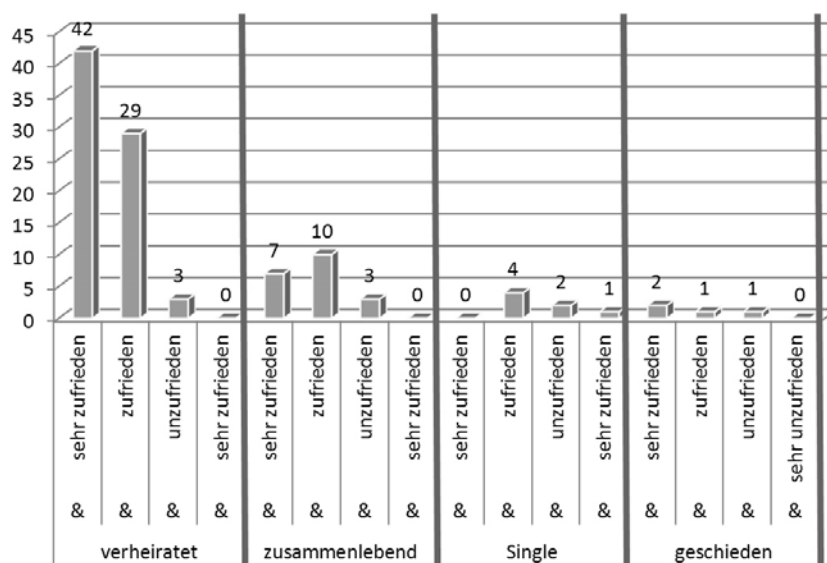


Bild 2: Zusammenhang Familienstand und Zufriedenheit in der Partnerschaft

Bei der Betrachtung der Geschiedenen war interessant, dass die Gründe für die **Scheidung** nicht aus dem beruflichen Umfeld stammten.

Bei der Betrachtung aller Beziehungen hingegen gaben sechs und damit fast ein Viertel derer, die diese Frage beantwortet haben, an, dass eine vorherige Beziehung aus beruflichen Gründen gescheitert ist. Die Hauptbegründung bei beruflichen Trennungsgründen liegt in den langen Arbeitszeiten und den daraus resultierenden Abwesenheiten von Zuhause.

Fast drei Fünftel der Befragten ist in der Partnerschaft zufrieden und hat keine Änderungswünsche. 82,3 Prozent derer, die Änderungswünsche haben, würde sich jedoch „mehr Zeit miteinander“ wünschen. Ähnlich gestaltet sich die Aussage derer, die Kinder haben und Änderungswünsche äußern. 75 Prozent wünschen sich „mehr Zeit miteinander“.

Von 105 Befragten gaben nur 38, also 36 Prozent, an, **Hobbies** zu haben und auch Zeit, diesen nachzugehen. 54 Prozent der Befragten haben nur manchmal Zeit für Hobbies. Und 10 Prozent überhaupt nicht, diese hatten jedoch vor ihrer beruflichen Laufbahn Hobbies und auch Zeit, diesen nachzugehen. Als Grund dafür wurde zu 90 Prozent „Zeitmangel“ angegeben. Der alleinige Grund kann aber nicht nur in der Arbeitsauslastung gesehen werden, sondern auch in der Veränderung des Verhaltens, wenn Kinder in das eigene Leben eintreten. Diese Aussage wird dadurch bestätigt, dass gut ein Zehntel derer, die in Bezug auf ihre Situation zu ihren Kindern unzufrieden sind, äußern, dass sie mehr Zeit mit diesen verbringen möchten.

Der Anteil der Befragten, die keine Zeit mehr für Hobbies haben, ist mit dieser Situation völlig unzufrieden und hätte gern mehr Zeit für Hobbies und einen geregelten Tagesablauf, um diese auszuüben. Nur ein geringer Teil (40 %) derer, die nur manchmal ein Hobby betreiben, sind auch zufrieden mit dieser Situation (siehe Bild 3).

Im Durchschnitt verwenden die Befragten von Montag bis Donnerstag 34 Minuten für ihre Hobbies. Am Werktag Freitag steigt die Zeiteinheit für Hobbies auf eine ganze Stunde, während sie am Wochenende durchschnittlich 2:17 Stunden mit ihren Hobbies verbringen.

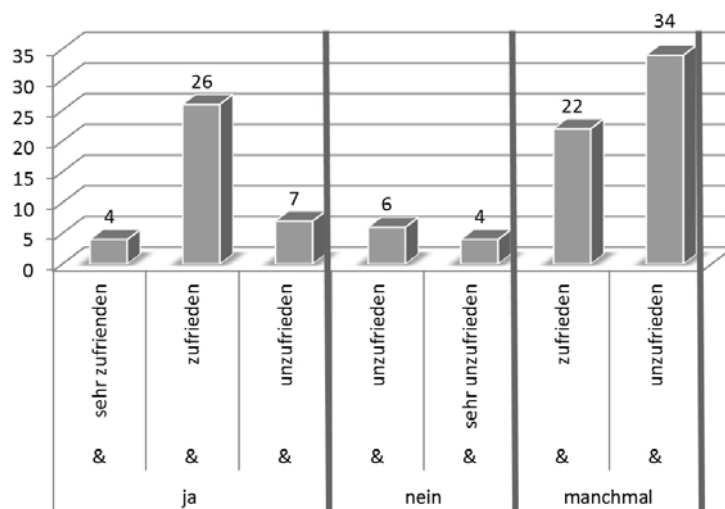


Bild 3: Darstellung der Zufriedenheit im Zusammenhang mit der Ausübung von Hobbies

Die ergänzende Online-Befragung diente dem Hauptziel der Erfassung der Stressoren. Es haben sich die folgenden TOP 10 ergeben:

TOP 10 der Stressoren		
1	zu großes Arbeitspensum	39,0 %
2	Arbeiten unter Zeitdruck	38,1 %
3	Kostendruck	37,1 %
4	Zu wenig Zeit und Energie für sportliche Aktivitäten	37,1 %
5	Unvorhergesehene Ereignisse, Störungen des Bauablaufs	36,2 %
6	Lange Arbeitstage	34,3 %
7	Zu wenig Zeit für Partner/Partnerin oder Familie	34,3 %
8	Unterbrechung der Arbeitstätigkeit (z.B. Anrufe, Anfragen)	31,4 %
9	Widersprüchliche Aussagen des Bauherrn	31,4 %
10	Zu wenig Zeit und Energie für Hobbies	27,6 %

Bild 4: TOP 10 der Stressoren der aktuellen Lebenssituation

2.2 Ergebnisse der Experten-Gespräche Bauleitung

Die Gespräche und Ergebnisse wurden vom Projektpartner compara Gesellschaft für Unternehmensberatung mbH herausgearbeitet.

Der Grad der Arbeitsteilung ist umso höher, je größer das Unternehmen ist. Er ist entscheidend für:

- Arbeitsstolz
- Bindung ans Unternehmen
- Gesundheit

Es gilt in der Tendenz: Je niedriger der Grad der Arbeitsteilung, desto wahrscheinlicher sind Bauleiter mit sich und ihrer Arbeit im Reinen.

Die große Aufgabe und Leistung der Bauleiter ist die der flexiblen zielorientierten Vereinheitlichung. Keine ihrer vielen unterschiedlichen Aufgaben, keine Facette ihrer weit gespannten Verantwortung, keine der von ihnen konstruktiv zu lösenden Interessensspannungen ist dabei von sich aus im negativen Sinne belastend oder gar krankheitsverursachend.

Bauleiter können und wollen eins ganz besonders:

- in einem letztlich solidarischen (übereinstimmenden, zieleinigen) Gesamtkontext,
- bei durchaus unterschiedlichen Einzelinteressen und
- gegen situative Widerstände durch unterschiedliche Phasen des Ungewissen und Unfertigen

ein Bau-Werk erstellen. Für Bauleiter ist alles eine negative Belastung, was ihnen das Gefühl gibt oder ihnen sogar nachweislich zeigt, dass ihnen die zielorientierte Vereinheitlichung trotz aller Flexibilität und aller Kraftanstrengung nicht befriedigend gelingt.

Sehr wichtig daran: Es ist keine Frage des Prinzips, sondern eine Frage des Maßes. Kardinalsymptom: die wachsende Unverbindlichkeit seitens fast aller Baubeteiligter infolge kommunikationstechnisch möglicher (Über-) Flexibilität.

Die Einfallstore des persönlichen Scheiterns werden durch die Aussagen der Bauleiter deutlich:

„Auf Kundenwunsch machen wir nahezu alles, da entsteht ein Verwaltungsaufkommen, mehr als gewünscht, aber die Firmenpolitik ‚Der Kunde ist König‘ soll umgesetzt werden.“

„Die Frage ist ja immer, verheize ich den BL bei der Mängelbeseitigung? Wir müssen sehen, dass es weiter geht, aber nicht das Messer im Schwein stecken lassen. Der Ruf kann verloren gehen.“

„Der Architekt bestimmt den Bauablauf, er ist meist der Rohrversager, dann klemmt es und es heißt, der Bauunternehmer kriegt die Baustelle nicht fertig.“

„Projektplanung ist nicht das klassische Bauen, viele Nebenschauplätze. Nur Bauen bedeutet Scheuklappen auf und durch!“

2.3 Bild des Bauleiters bei den Unternehmern

Das Bild des Bauleiters stellt sich bei den Unternehmern wie folgt dar:

„Bauleiter sind kleine Unternehmer“

(denen wir Personal und Ressourcen zur Verfügung stellen).

Das Bild ist in vielen Hinsichten richtig, aber in einer entscheidenden nicht: Unternehmer verfolgen das strategische Ziel des wirtschaftlichen Erfolges, Bauleiter verfolgen das strategische Ziel des Bau-Werks.

Dieses Ergebnis wurde vom Projektpartner conpara Gesellschaft für Unternehmensberatung mbH herausgearbeitet.

2.4 Fazit

Die Befragungen der Baustellen-Führungskräfte zeigen, dass aktive Baustellen-Führungskräfte ein ganz bestimmte Typ Mensch sind, der gewisse Charaktereigenschaften mitbringt und dadurch die Ausgangsthesen zum Projekt nicht im vollen Umfang bestätigt werden konnten.

Die Funktion als zentrale Nahtstelle wird von der Bauleitung nicht negativ empfunden, sondern grundsätzlich positiv, es sei denn, es handelt sich um einen öffentlichen Bauherrn. Das notwendige Organisationstalent wird gefordert und bestätigt und daraus die Motivation für die weitere Tätigkeit gezogen. Bei öffentlichen Bauherren ist die Bürokratie am größten, da dort meist die direkte Entscheidungsbefugnis fehlt; dies führt zur Demotivation in der Bauleitung.

Auch die Hypothese, dass dem Bauleiter die interne Unterstützung fehlt, kann nicht aufrechterhalten werden. Vielmehr ist es so, dass die Baustellen-Führungskräfte sich Freiheiten und sogar mehr Mitbestimmung wünschen. Sie wollen selbstständig arbeiten und nicht bevormundet werden, sich jedoch im Notfall auf den Rückhalt der Geschäftsführung verlassen können.

Der Belastungsdruck wird als nicht so groß empfunden, wie er von der Außenwelt gesehen wird. Die Bauleitung benötigt ein strukturiertes und organisiertes Umfeld und vor allem ein verlässliches Netzwerk, dann können sie mit dem Belastungsdruck sehr gut umgehen.

Die Fluktuation wird sicherlich auch als wirtschaftlicher Schaden gesehen, die Situation kann aber auch positiv betrachtet werden; mit dem neuen Personal kommen auch neue Ideen und somit Innovationen in das Unternehmen.

Zusammenfassend, wir haben **nicht** herausgefunden:

- einen einfachen und direkten Zusammenhang zwischen:
 - zeitlicher Belastung und Krankheit sowie Arbeitsplatzwechsel oder privaten Problemen
 - Aufgabenvielfalt und Überarbeitungserleben/-symptomen
- ein einfaches Bild vom Bauleiter als
 - sozial problematischer Workaholic
 - einsamer Bau-Wolf
 - überforderte Wollmilchsau
- überhaupt irgendetwas Einfaches.

Dafür haben wir aber herausgefunden: Bauleiter

- sind oft mit dem Bauen „groß geworden“ (z. B. Herkunftsfamilie);
- kennen oft ihren Arbeitsbereich von der Pike auf;
- zeigen meist eine weit überdurchschnittliche Einsatzbereitschaft;
- haben großen Spaß an großen Herausforderungen;
- führen gerne Menschen, auch im nicht-hierarchischen Sinne;
- können sehr gut hin und her schalten zwischen strategischem Denken und Fokussierung auf den nächsten Schritt;
- verlassen sich hauptsächlich auf sich selbst;
- sind in der Regel Familienmenschen;
- sind bei all dem in sehr hohem Maße zielorientiert.

3 Modellentwicklung

Auf Basis der Ergebnisse der Bestandsaufnahme wurden fünf Schwerpunkte entwickelt, die das Pentagon der Modellentwicklung darstellen:

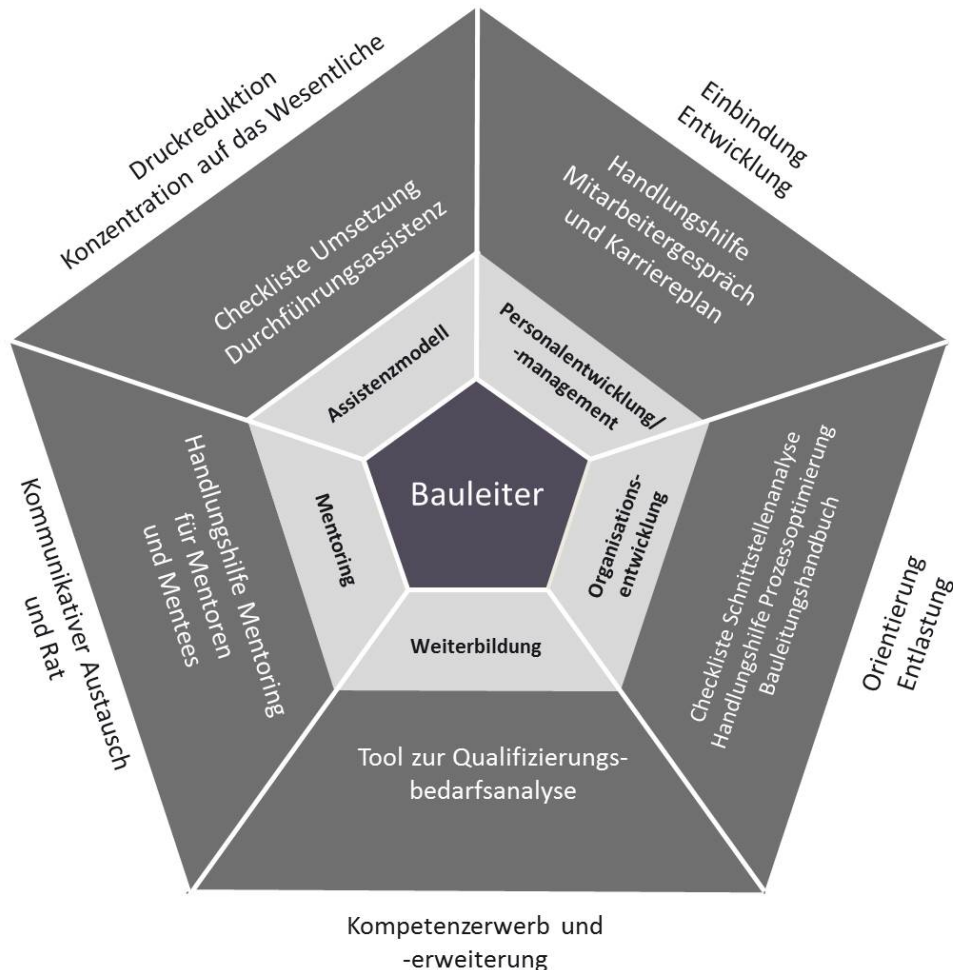


Bild 5: Pentagon der Modellprojekte

Dieses Pentagon stellt den Bauleiter in den Mittelpunkt der Aktivitäten zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit. Ziel der Modellprojekte soll sein,

- sowohl dem Mitarbeiter wie auch dem Arbeitgeber ein Tool an die Hand zu geben, mit dem eine Qualifizierungsbedarfsanalyse und so ein Kompetenzerwerb /-erweiterung zielgerichtet und unternehmensspezifisch durchgeführt werden kann.
- im Rahmen der Organisationsentwicklung für Orientierung und Entlastung der Baustellen-Führungskräfte zu sorgen.
- die Bauleitung durch Personalmanagement und -entwicklung in Entscheidungen und Entwicklungen im Unternehmen einzubinden.
- den Baustellen-Führungskräfte eine Druckreduktion und eine Fokussierung auf das Wesentliche wieder zu ermöglichen, indem ihnen eine Bauleitungsassistentz (BTA) zu Seite gestellt wird.
- Mit Hilfe des Mentoring den kommunikativen Austausch zwischen den Bauleitern und den Jung- und Alt-Bauleitern zu fördern.

Anke Schwanck

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen
anke.schwanck@uni-weimar.de

Analyse hochschulinterner Flächensteuerungsmodelle

Kurzfassung:

An Hochschulen sind die zur Verfügung stehenden Ressourcen in der Regel begrenzt. Zu diesen begrenzten Ressourcen gehört die Ressource Fläche. Ausreichend Flächen und Räume in angemessener Qualität und Ausstattung sind notwendig für eine hohe Qualität in Lehre und Forschung. Gleichzeitig ist die Fläche ein entscheidender Kostenfaktor. Deshalb sollten Hochschulen funktionierende Steuerungsmechanismen einsetzen, um Effizienzpotenziale in der Flächennutzung auszuschöpfen und die Ressource Fläche optimal einzusetzen.

In Deutschland werden in der Forschung verschiedene Steuerungsmodelle diskutiert und ebenso werden verschiedene Modelle zur Flächensteuerung von den Hochschulen genutzt. Eine feste Systematik in der Bezeichnung der Modelle hat sich bisher noch nicht durchgesetzt. Methodisch lassen sich die identifizierten bestehenden Steuerungsmodellvarianten in drei Grundtypen unterteilen: hierarchische Flächensteuerung, marktorientierte Flächensteuerung und kooperative Flächensteuerung. Diese identifizierten Steuerungsmodelle werden im Beitrag vorgestellt und die Wirkungsmechanismen anhand von Ansätzen aus der Neuen Institutionenökonomie bewertet.

1 Einleitung

Für deutsche Hochschulen haben sich in den letzten Jahren die Rahmenbedingungen verändert. Die Bundesländer beschränken sich verstärkt auf eine Globalsteuerung. Damit haben die Hochschulen eine stärkere Entscheidungskompetenz und müssen interne Steuerungsmechanismen integrieren, um den gewonnenen Autonomiezuwachs in ihrem Sinne nutzen zu können. Funktionierende Steuerungsmechanismen sind die Voraussetzung für die Verteilung der knappen Ressourcen. Alle Hochschulbereiche konkurrieren um die finanziellen Mittel. Nach den Personalkosten binden die Bereitstellung und die Bewirtschaftung der Hochschulflächen den größten Anteil der von den Bundesländern zur Verfügung gestellten Mittel.¹ Wenn nicht steuernd eingegriffen wird, müssen die Kernaufgaben Lehre und Forschung reduziert werden. Dieser Situation kann teilweise durch Flächensteuerungsmaßnahmen begegnet werden.

Insbesondere für die staatlichen Hochschulen gelten sehr spezifische innere und äußere Rahmenbedingungen. Innerhalb der Hochschule ergeben sich die Besonderheiten aus dem Lehr- und Forschungsbetrieb selbst. Beispielsweise sind Studienanfänger und Studienabbrecher schwer im Vorfeld zu prognostizieren, Änderungen im Curriculum können sich auf die Größen- und Ausstattungsanforderungen der Lehrräume auswirken oder Forschungsaufträge erfordern kurzfristig spezifische Flächen. Von außen beeinflussen politische Vorgaben die Handlungsfähigkeit der Hochschulen. Diese Besonderheiten erschweren die Übertragung bestehender Flächensteuerungskonzepte aus der öffentlichen Ver-

¹ Vgl. WÖRNER (2005), Folie 1.

waltung oder von Unternehmen. Für Hochschulen müssen deshalb Flächensteuerungsmodelle gesondert betrachtet und ihre Wirksamkeit analysiert werden.

In Deutschland werden in der Forschung verschiedene Steuerungsmodelle diskutiert und ebenso werden verschiedene Modelle zur Flächensteuerung von den Hochschulen genutzt. Eine feste Systematik in der Bezeichnung der Modelle hat sich bisher noch nicht durchgesetzt. Ziel ist es, die bestehenden hochschulischen Flächensteuerungsmodelle systematisiert vorzustellen und die Wirkungsmechanismen anhand von Ansätzen aus der Neuen Institutionenökonomie zu bewerten.

Flächensteuerung wird als Hauptbestandteil des Flächenmanagements von Gebäuden verstanden und beinhaltet „[...]die Planung, Auswahl, Verteilung und Optimierung von Flächen [...]“². Ein hochschulinternes Flächensteuerungsmodell ist demnach eine durch die Hochschule selbst gelenkte und konzipierte Vorgehensweise, die unter Berücksichtigung der hochschulischen Ziele für Forschung und Lehre die Raumbesetzung in der Hochschule organisiert, reguliert und optimiert.

Im Beitrag wird sich auf die Untersuchung der Steuerung der Lehr- und Forschungsflächen beschränkt. Flächensteuerung in der Hochschulverwaltung soll hier nicht thematisiert werden, da sich die Struktur in diesem Bereich wenig von anderen staatlichen Verwaltungsstrukturen unterscheidet und die Konzepte aus der klassischen Verwaltung auch auf die Hochschulverwaltung übertragen werden können.

2 Methodik

Der Beitrag basiert auf Zwischenergebnissen der Autorin im Rahmen des Forschungsprojektes „Allokation und Steuerung von Flächenressourcen in Hochschulen“ (FLHO) unter Leitung der Bauhaus-Universität Weimar, Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen, in Zusammenarbeit mit der Hochschul-Informationssystem GmbH (Forschungszeitraum: Juni 2011 bis Mai 2014). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Projekt im Themenfeld „Wissenschaftsökonomie“.

Der Beitrag basiert auf einer Sekundärmaterialanalyse und auf Gesprächen mit Hochschulvertretern, die im Rahmen von Fallstudienuntersuchungen im Forschungsprojekt FLHO geführt wurden. Für die Analyse der Flächensteuerungsmodi werden die publizierten Theorien der Neuen Institutionenökonomie herangezogen.

3 Typologie bestehender hochschulspezifischer Modelle zur internen Flächensteuerung

3.1 Hierarchische Flächensteuerung

Dieses Flächensteuerungsmodell ist die klassische Vorgehensweise. Die Flächenressource wird „[...] als vorhandene bzw. zu schaffende Ressource betrachtet.“³ Hier erfolgt die Flächensteuerung zentral per Anweisung durch die Hochschulleitung bzw. wird an die entsprechenden organisatorischen Einheiten delegiert. Dieses Modell basiert auf einer zentralen Unterbringungsplanung in Verantwortung der Hochschulleitung. Die operativen Aufgaben übernimmt die Hochschulverwaltung. Flächenzuweisungen erfolgen aufgrund von angemeldeten und begründeten Bedarfswfällen in Einzelfallentscheidungen. Als Grundlage für die Flächensteuerung können Flächenbedarfsberechnungen dienen. Flächenbedarfsüberprüfungen und Flächenoptimierungen werden in der Regel im Zusammenhang mit Neu- und Umstrukturierungen oder größeren Baumaßnahmen vorgenommen.⁴

² MEYER (2009), S. 129.

³ STIFTERVERBAND FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT (2008), S. 166.

⁴ Vgl. MEYER (2009) S. 134; RITTER/HANSEL (2005) S. 38 f.

3.2 Marktorientierte Flächensteuerung

Diesen Steuerungsmodellen ist gemein, dass sie Marktmechanismen als Anreizinstrumente für die effiziente interne Flächensteuerung nutzen.

Im **Bonus-Malus-Modell** werden hochschulische Einrichtungen zu Strafzahlungen verpflichtet, wenn sie mehr Flächen in Anspruch nehmen, als ihnen laut einer vorangegangenen Flächenberechnung in Verantwortung der Hochschulleitung zustehen. Entspricht die genutzte Fläche der berechneten zu beanspruchenden Fläche, werden keine Zahlungen fällig. Gleichzeitig können die Einrichtungen Prämienzahlungen erhalten, wenn von ihnen Flächen freigegeben werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Einrichtungen mit Prämien zu honorieren, die weniger Fläche in Anspruch nehmen, als ihnen laut Flächenbilanz zustehen würde. Einmalige Rückgabepremien und Unterbelegungszulagen lassen sich in einem Modell kombinieren. Wenn keine Prämienzahlungen vorgesehen werden und das Modell lediglich auf der Sanktionierung von Überbelegung aufbaut, kann diese Modellvariante als Sanktionsmodell bezeichnet werden.⁵

Auch für das **Mieter-Vermieter-Modell** sind eine genaue Flächenbestandsaufnahme und eine Flächenbedarfsbemessung notwendig. Dieses Modell basiert auf einer Zahlungsverpflichtung der Bereiche für alle genutzten Flächen. Den Bereichen werden dafür Unterbringungsbudgets durch die Hochschulleitung (bzw. die Hochschulverwaltung) zur Verfügung gestellt, die sie nach einer internen Kosten-Nutzen-Abwägung auch für andere Zwecke einsetzen können.⁶

Im **Flächenmarkt** erfolgt ein „marktförmiger Austausch von Räumen und Flächen zwischen den Hochschuleinrichtungen“⁷ über einen internen Markt. Die beteiligten Einrichtungen können zeitlich befristet nicht benötigte Flächen gegen Mietzahlung an andere Einrichtungen abgeben. Dieser Austausch kann direkt zwischen den Einrichtungen oder über einen zentral geführten Pool von Verfügungsflächen erfolgen. Die Einrichtungen können versuchen, über eine lang- oder kurzfristige Weitergabe ihrer Flächen an andere Einrichtungen ihr eigenes Budget zu entlasten. Entsprechend haben Einrichtungen die Möglichkeit für Forschungsprojekte temporär zusätzliche Fläche anzumieten, die, wenn sie über den berechneten Flächenbedarf hinausgehen, aus den Forschungsprojekten selbst zu finanzieren sind. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass die Einrichtungen untereinander Flächen tauschen, um damit eventuell bestehende Unterschiede zwischen Ansprüchen an die Qualität und die Ausstattung der Flächen auszugleichen.⁸

3.3 Kooperatives Flächensteuerungsmodell

Im Zuge der aktuell dominierenden wissenschaftlichen Untersuchung von marktorientierten Flächensteuerungsmodellen bei Hochschulen sind weitere Modellansätze vorgeschlagen worden, um Nachteile, die sich bei einer monetären Steuerung ergeben, zu vermeiden. Die folgenden Modelle basieren auf Anreizmechanismen, die auf Zusammenarbeit und Verhandlungen beruhen.⁹

Innerhalb von Hochschulen können **Gremien zur Flächenverteilung** implementiert sein, die an der Raumverteilung beteiligt sind. In der Regel sind in diesen Gremien unterschiedliche Bereiche, wie z. B. Vertreter der Universitätsleitung, mit der operativen Flächensteuerung betraute Mitarbeiter aus der Hochschulverwaltung sowie Fakultätsvertreter involviert. Die Gremien zur Flächenverteilung können eingerichtet sein, um für die gesamte Hochschule Raumzuordnungen sowie Probleme bei der Flächenallokation zu lösen¹⁰ oder

⁵ Vgl. RITTER/WEIDNER-RUSSELL (2003), S. 2-8.

⁶ Vgl. RITTER/WEIDNER-RUSSELL (2003), S. 9-13.

⁷ HIS (2011).

⁸ Vgl. REKTORAT DER RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT HEIDELBERG (2005) S. 51 ff.; RITTER/WEIDNER-RUSSELL (2003) S. 18f.

⁹ Vgl. STIFTERVERBAND FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT (2008) S. 170.

¹⁰ Vgl. SCHMITT (Interview 14.11.2013).

um lediglich ausgewählte Flächen z. B. Lehrflächen zu betrachten¹¹. Wer an den Gremien beteiligt ist und welche Flächenarten dort thematisiert werden, ist abhängig von den Steuerungsebenen innerhalb der Hochschule.

Zwischen der Hochschulleitung und den fachlichen Bereichen werden bei den **hochschulinternen Zielvereinbarungen über Flächenressourcen** im Einklang mit der Hochschulstrategie Zielsetzungen für die Flächenoptimierung vereinbart, die die Hochschulbereiche erfüllen sollen. Gleichzeitig wird in diesem partnerschaftlichem Dialog vereinbart, welche Ressourcen und welche Unterstützung durch die Hochschulleitung dafür notwendig sind. Die Zielvereinbarungen enthalten in der Regel Festlegungen, die die Folgen für Nichteinhaltung bzw. Nichterreichung der Ziele regeln. Konsequenzen für nicht erreichte Ziele können einerseits Budgetkürzungen zur Folge haben oder andere ressourcenrelevante Abmachungen (z. B. Neubesetzungen von Professuren) betreffen.¹²

Hochschulinterne und hochschulexterne Einrichtungen sowie Bereiche unterschiedlicher Hochschulen belegen bei **Mehrfachnutzungen** auf freiwilliger Basis Flächen gemeinsam. Ebenso können Flächen an externe Vertragspartner untervermietet werden und damit zusätzliche Einnahmen für die Einrichtungen generiert werden. Voraussetzung für diese Flächenkooperationen sind, dass die Ressourcenverantwortung für die Flächen bei den jeweiligen Bereichen liegen, Untervermietungen generell rechtlich möglich sind und die Einrichtung über die erzielten Einnahmen bzw. von den Einsparungen selbst profitieren können.¹³

Flächenpoolkonzepte sind ein Steuerungsmodell, um auf temporäre Raumanforderungen vorrangig für Büro- und Laborflächen innerhalb der Hochschule reagieren zu können. Zentral wird dazu – wie beim „Flächenmarkt“ – ein Pool von Verfügungsflächen geführt, auf den bei Bedarf die Einrichtungen in Kooperation mit der operativen Raumverwaltung gleichrangig Zugriff haben. An der Universität Konstanz z. B. wird dieses Steuerungsprinzip als „zentrale Raumreserve“ bezeichnet.¹⁴

In **Berufungs- und Bleibeverhandlungen** können zwischen den Vertragspartnern vielfältige Vereinbarungen getroffen werden. In erster Linie werden in diesen Verhandlungen die personelle, die sächliche und die räumliche Ausstattung geregelt. Verhandlungsgegenstände bei der räumlichen Ausstattung können der Umfang, die Qualität und die Ausstattung der Büros, Labore oder sonstige notwendige Räume sein. Es können auch Regelungen zu Renovierungs- und Umbaumaßnahmen getroffen werden.¹⁵

4 Bewertung der bestehender hochschulspezifischer Modelle zur internen Flächensteuerung

Die Neue Institutionentheorie wird für die Bewertung der bestehenden Modelle zur internen Flächensteuerung herangezogen, da sich die Ansätze eignen, die Wirkungen individueller, menschlicher Handlungen und der Anreizeffekte in der Institution Hochschule zu bewerten.

Für staatliche Hochschulen bestehen unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen für Flächen, die von ihnen genutzt werden. Lediglich die Stiftungshochschulen in Niedersachsen besitzen nach der Property-Rights-Theorie die gleichen Verfügungsrechte wie private Hochschulen an ihren Gebäuden und Grundstücken. Für die anderen staatlichen Hochschulen sind die Verfügungsrechte weiter in unterschiedlichem Maße eingeschränkt. Aus diesen bestehenden Rahmenbedingungen heraus wird deutlich, dass den Hochschu-

¹¹ Vgl. NETH (Interview 11.03.2013).

¹² Vgl. RITTER/HANSEL (2005) S. 37 f.; NICKEL (2007) S. 137; JAEGER (2006) S. 61 f.

¹³ Vgl. ARBEITSKREIS "IMMOBILIENMANAGEMENT" DER DEUTSCHEN UNIVERSITÄTSKANZLER (2002) S. 62.

¹⁴ Vgl. NETH (Interview 11.03.2013).

¹⁵ Vgl. RADAU (2011) S. 671.

len nach der Property-Rights-Theorie nur unterschiedlich verdünnte Verfügungsrechte vorliegen. Damit hat die Institution Hochschule keinen Anreiz, effizient mit den zur Verfügung gestellten Flächen umzugehen. Dieses Problem besteht für alle Hochschulen auch intern, wenn keine anderen Organisationsformen oder Anreize geschaffen werden. Die eigentlichen Nutzer der Hochschulflächen haben einen geringen Anreiz, Anstrengungen zu unternehmen, Flächen sparsam einzusetzen. Im ungünstigsten Fall werden bei Zusatzbedarfen neue Ressourcen eingefordert und bei Aufgabenreduzierungen werden Flächen nicht zurückgegeben. In der Regel haben aber alle Hochschulen interne Organisationsformen oder Anreize geschaffen, die dieser Gefahr entgegenwirken.

Die Property-Rights-Theorie geht davon aus, dass je vollständiger die Verfügungsrechte an einem Gut – in diesem Fall an der Ressource Fläche – zuzuordnen sind, desto effizienter wird der Akteur – hier der Nutzer, der die Fläche buchen und belegen kann – damit umgehen. Nutzer von Hochschulflächen sind Studierende, Wissenschaftler, Lehrende und Mitarbeiter der Hochschulverwaltung.¹⁶ Im Regelfall haben Studierende keine eigenen Zugriffsrechte auf die Räume und können die Räume nur im Rahmen von Lehrveranstaltungen belegen. Deshalb sollen sie hier unberücksichtigt bleiben. Auch die Mitarbeiter der Universitätsverwaltung bleiben – wie in der Einleitung angeführt – unberücksichtigt. In den einzelnen Steuerungsmodellen können Wissenschaftler und Lehrende gegenüber der Hochschulleitung durch übergeordnete Hierarchien vertreten werden. Diese übergeordneten Strukturen können sein: Lehrstuhlinhaber, Institutsleitungen oder Fakultäten. Die Bezeichnungen und wer am direkten Steuerungsprozess beteiligt ist, variieren zwischen den Hochschulen. Da die übergeordneten Strukturen die Lehrenden und Wissenschaftler repräsentieren, werden im Folgenden vereinfachend lediglich die Lehrenden und Wissenschaftler genannt, obwohl in der Regel bei allen Steuerungsmodellen nur die übergeordneten Hierarchieebenen direkt beteiligt sind.

Im Vergleich der vorgestellten Steuerungsmodelle sind die Verfügungsrechte für die Wissenschaftler und Lehrenden bei der hierarchischen Flächensteuerung am weitesten verdünnt, bei der marktorientierten Flächensteuerung und der kooperativen Flächensteuerung sind die Verfügungsrechte weniger verdünnt. Die Wissenschaftler und Lehrenden haben bei der hierarchischen Flächensteuerung lediglich das Recht, die Ressource Fläche zu nutzen. Bei der marktorientierten und der kooperativen Flächensteuerung besteht für die Wissenschaftler und Lehrenden die Möglichkeit, die Ressource einerseits zu nutzen und zusätzlich von Optimierungsvorteilen zu profitieren, andererseits sind sie in der Pflicht, Konsequenzen zu tragen.

Die Übertragung von Verfügungsrechten – hier an der Ressource Fläche – wird als Transaktion bezeichnet. Ebenso wie in der Property-Rights-Theorie werden in der Transaktionskostentheorie die Transaktionskosten als Vergleichskriterium für die Vorteilhaftigkeit herangezogen.¹⁷ Da in der Transaktionskostentheorie die Transaktionskosten weiter als in der Property-Rights-Theorie gefasst werden, wird die Vorteilhaftigkeit der Steuerungsmodelle anhand dieser erweiterten Sichtweise untersucht. Für den Vergleich der Flächensteuerungsmodelle ist die Organisation der Bereitstellung und Verteilung der Fläche das entscheidende Kriterium. Bei der internen Flächensteuerung sind die Beteiligten in eine hochschulische Organisationsstruktur (Hierarchie) eingebettet. Die Organisationsstrukturen der verschiedenen Steuerungsmodelle werden anhand der entstehenden Transaktionskosten miteinander verglichen. Nach WILLIAMSON (1990) beeinflussen die Faktorspezifität, die Unsicherheit und die Häufigkeit von Transaktionen die Höhe der Transaktionskosten.¹⁸

Die Flächenbestandsaufnahme und die Flächenbedarfsberechnung sind Faktorspezifitäten für den Flächenverteilungsprozess und sollten bei allen Modellen Grundlage für die Steuerung sein. Die Detailtiefe kann aber zwischen den Modellen variieren. Die Faktor-

¹⁶ Vgl. EBERS/GOTSCH (2006) S. 250.

¹⁷ PICOT/DIETL/FANCK (2012) S.70 f.

¹⁸ Vgl. WILLIAMSON (1990), S. 59-69, 81.

spezifität ist im Bonus-Malus-Modell, im Mieter-Vermieter-Modell und bei den Verhandlungen über Flächenressourcen in Berufungs- und Bleibeverhandlungen am größten, da hierfür eine genaue Flächenbestandsaufnahme und Flächenbedarfsberechnung zwingend erforderlich sind. Im hierarchischen Flächensteuerungsmodell, bei der Flächenverteilung in Gremien, den hochschulinternen Zielvereinbarungen über Flächenressourcen sollten ebenfalls Flächenbestandsaufnahmen und Flächenbedarfsberechnungen vorliegen. Sie sind aber für den Steuerungsprozess in einer geringeren Detailtiefe möglich. Für den Flächenmarkt, bei Mehrfachnutzungen und den Flächenpoolkonzepten sind Flächenbedarfsberechnungen nicht notwendig. Eine Flächenbestandsaufnahme muss aber ebenso erfolgen.

Alle Steuerungsmodelle sind in gleichem Maße von der Unsicherheit über zukünftige Flächenanforderungen betroffen. Wie auf diese Situation in den Modellen reagiert werden kann und wie die Vorhersagemöglichkeiten der Steuernden sind, ist unterschiedlich. Bei der hierarchischen Flächensteuerung können Änderungen am schlechtesten prognostiziert werden, da die Steuernden nicht gleichzeitig die Nutzer sind und deshalb am wenigsten Einblick auf zukünftige Veränderungen haben können. Bei der marktorientierten und der kooperativen Flächensteuerung sind die Nutzer am Steuerungsprozess direkt beteiligt bzw. die Steuerung obliegt ihnen. Eine Prognose ist dadurch für sie einfacher, und sie haben die Möglichkeit unmittelbar auf eingetretene Veränderungen zu reagieren, z. B. in dem sie interne Flächenverdichtungen temporär realisieren. In dem marktorientierten Flächensteuerungsmodell kann am unmittelbarsten auf Veränderungen reagiert werden. Wobei im Bonus-Malus-Modell aus den etwas aufwendigeren Zahlungsmodalitäten ein etwas höherer Aufwand für die Anpassung der Zahlungsverpflichtungen entstehen kann als im Mieter-Vermieter-Modell und dem Flächenmarkt.

Generell können alle Modelle von der Häufigkeit der Transaktionen profitieren. Insbesondere für die Steuerungsmodelle, für die eine detaillierte Flächenbestandsaufnahme und Flächenbedarfsberechnung notwendig ist, verringern sich die Transaktionskosten deutlich bereits ab der zweiten Berechnung.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die anfallenden Transaktionskosten sowie deren relative Höhe. Eine vergleichende Aussage über die Summe der jeweiligen Transaktionskosten ist nur spezifisch für eine Hochschule möglich, wenn die Rahmenbedingungen der Hochschule in die Betrachtung einfließen.

Tabelle: Transaktionskosten bei hochschulinternen Flächensteuerungsmodellen

Quelle: in Anlehnung an WILLIAMSON (1990) S. 22-25, EBERS/GOTSCH (2006) S. 278.

Flächensteuerungsmodell:	Transaktionskosten:				
	Anbahnungs-/Informations-, Suchkosten	Verhandlungs-, Vertragskosten	Überwachungs-, Kontrollkosten	Anpassungskosten	Konflikt-, Durchsetzungskosten
Hierarchische Flächensteuerung	mittel	gering	hoch	hoch	hoch
Marktorientierte Flächensteuerung					
Bonus-Malus-Modell	hoch	gering	mittel	mittel	gering
Mieter-Vermieter-Modell	hoch	gering	mittel	gering	gering
Flächenmarkt	gering	mittel	gering	gering	gering
Kooperative Flächensteuerung					
Flächenverteilung in Gremien	mittel	hoch	gering	mittel	mittel
Hochschulinterne Zielvereinbarungen	mittel	hoch	hoch	mittel	gering
Mehrfachnutzungen	gering	mittel	gering	mittel	gering
Flächenpoolkonzepte	gering	mittel	mittel	mittel	mittel

Die Principal-Agent-Theorie betrachtet die Leistungsbeziehung zwischen einem Auftraggeber (Prinzipal) und einem Auftragnehmer (Agent).¹⁹ Bei der Flächensteuerung innerhalb der Hochschule besteht zwischen den Beteiligten eine Principal-Agent-Beziehung. Bei der Gestaltung der Verträge zwischen den Akteuren fallen Agency-Kosten an, die als Effizienzkriterium herangezogen werden. JENSEN und MECKLING (1976) definieren diese Kosten, die dem Prinzipal entstehen, als Summe von Überwachungs- und Kontrollkosten der Agenten, Kosten im Rahmen der Vertragsverhandlung sowie Residualkosten aus Wohlfahrtsverlusten, wenn nicht der maximal mögliche Nutzen erreicht wird.²⁰

Bei den Flächensteuerungsmodellen ist im Regelfall vereinfachend die Hochschulleitung der Prinzipal sowie die Wissenschaftler und Lehrenden die Agenten bzw. die übergeordnete Hierarchieebene. Im Flächenmarkt und bei den Mehrfachnutzungen kann die Zuordnung dahingehend abweichen, dass der Prinzipal ebenso zu den Lehrenden und Forschenden zählt bzw. deren übergeordnete Vertretung ist. Bei Mehrfachnutzungen kann der Agent auch ein Externer der Hochschule sein, wenn z. B. Studios vermietet werden. Diese Varianten sind aber nachgeordnete Beziehungen, da an Hochschulen intern die Hochschulleitung die strategische Verantwortung für die Flächen hält, aber die Flächensteuerung unterschiedlich delegieren kann.

In der Principal-Agent-Theorie wird von einem Informationsdefizit beim Prinzipal ausgegangen, dem durch Anreizstrukturen, Verhaltensnormierung und implementierte Informationssysteme begegnet werden kann. Die hierarchische Steuerung basiert auf der direkten Verhaltensnormierung und bietet damit keinen positiven Anreiz für die Optimierung der Fläche bei den Nutzern. Dagegen ist eine erhöhte Kontrolle des Agenten notwendig, die mit Kosten verbunden ist. Die marktorientierte Flächensteuerung basiert auf einer positiven Anreizsetzung und verursacht daher weniger Informationskosten. Bei der kooperativen Flächensteuerung wirken Anreizstrukturen, Verhaltensnormierungen und Informationssysteme dem Informationsdefizit entgegen. Verhaltensnormierungen basieren bei dieser Steuerung auf den sozialen Beziehungen zwischen den Beteiligten und wirken daher indirekt. Der gegenseitige Austausch und die gemeinsame Lösungssuche fördern den Informationsaustausch zwischen den Beteiligten, machen das Verhalten des Agenten für den Prinzipal transparenter, was den Agenten eher im Sinne des Prinzipals agieren lässt.²¹

Für eine vergleichende Aussage über die Summe der jeweiligen Agency-Kosten ist die Einbeziehung der spezifischen hochschulischen Rahmenbedingungen notwendig. Die Höhe der Agency-Kosten kann nur dahingehend beurteilt werden, in welchem Verhältnis diese bei den einzelnen Modellen anfällt. Bei der hierarchischen Flächensteuerung dürften die Überwachungs- und Kontrollkosten am höchsten sein. Wenn die Überwachung und Kontrolle nicht ausreichend ist, kommen Residualkosten hinzu, die entstehen, wenn der Agent nicht die maximal mögliche Flächenoptimierung erreicht. Bei der marktorientierten und der kooperativen Flächensteuerung sind die wichtigsten Kostenanteile die Kosten im Rahmen der Vertragsverhandlungen sowie die Überwachungs- und Kontrollkosten.

5 Fazit

Für die hochschulische Flächensteuerung existieren bereits verschiedene spezifische Flächensteuerungsmodelle in Deutschland. Wie gerade gezeigt wurde, lässt sich die Wirksamkeit dieser Modelle über die Ansätze der Neuen Institutionenökonomie analysieren. Soll aber für eine Hochschule das bestehende Modell vergleichend bewertet und damit das am besten geeignete Modell ausgewählt werden, müssen die Rahmenbedingun-

¹⁹ Vgl. PICOT/DIETL/FRANCK (2012) S. 89.

²⁰ Vgl. JENSEN/MECKLING (1976) S. 5 f.; EBERS/GOTSCH (2006), S. 262; ERLEI/LESCHKE/SAUERLAND (1999); S. 74-76, PICOT/DIETL/FRANCK (2012) S. 91.

²¹ Vgl. EBERS/GOTSCH (2006) S. 265 f.

gen in die Betrachtung mit einfließen. Von welchen Rahmenbedingungen die Effizienz der aufgezeigten Flächensteuerungsmodelle abhängig ist, muss perspektivisch noch untersucht und aufgezeigt werden.

6 Literaturverzeichnis

- ARBEITSKREIS "IMMOBILIENMANAGEMENT" DER DEUTSCHEN UNIVERSITÄTSKANZLER (2002): "Effizientes Immobilienmanagement als Element der selbstgesteuerten Universität". Mainz 2002, http://www.uni-kanzler.de/fileadmin/Dateien/Bericht_immobilie_2002.pdf, Abruf vom: 5.10.2011.
- EBERS, M.; W. GOTSCH (2006): "Insitutionenökonomische Theorien der Organisation". In: Kieser, A.; M. Ebers (Hrsg.): Organisationstheorien. 6., erw. Aufl., Stuttgart 2006.
- ERLEI, M.; M. LESCHKE; D. SAUERLAND (1999): "Neue Institutionenökonomik". Stuttgart 1999.
- HIS (2011): <http://www.his.de/abt3/ab32/index9?printversion=1>, Abruf vom: 04.10.2011.
- JAEGER, M. (2006): "Steuerung an Hochschulen durch interne Zielvereinbarungen". In: Die Hochschule : Journal für Wissenschaft und Bildung, 2006, Nr. 2, S. 55-66.
- JENSEN, M. C.; W. H. MECKLING (1976): "Theory of the firm". In: Journal of financial economics, 1976, Nr. 3, Nr. 4, S. 305-360.
- MEYER, F. (2009): "Flächenmanagement in Hochschulen". In: Tegtmeyer, R.; V. Gürtler (Hrsg.): „Forum Gebäudemanagement an Hochschulen“. Hannover 2009, S. S. 128-136.
- NETH (Interview 11.03.2013) - Universität Konstanz, Facility Management, , Leitung Raumverwaltung - Interviewer: A. Schwanck, M. Ruiz.; am 11.3.2013 in Konstanz.
- NICKEL, S. (2007): "Partizipatives Management von Universitäten". München u.a. 2007.
- PICOT, A.; H. DIETL; E. FRANCK (2012): "Organisation". 6. Aufl., Stuttgart 2012.
- RADAU, W. C. (2011): "Berufungspraxis. Neue Entwicklungen und Trends". In: Forschung und Lehre, 2011, Nr. 09/2011, S. 670-671.
- REKTORAT DER RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT HEIDELBERG (2005): "Dezentrale Ressourcenverantwortung an der Universität Heidelberg : Abschlussbericht Projekt Impulse 1998-2005". Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg 2005, http://www.zuv.uni-heidelberg.de/imperia/md/content/einrichtungen/zuv/finanzen_beschaffung/budgetierung/historie/abschlussbericht.pdf, Abruf vom: 23.11.2011.
- RITTER, S.; H. HANSEL (2005): "Projektbericht der Arbeitsgruppe Raumhandelsmodell: Monetäre Steuerung der Flächennutzung aus Grundlage der Bedarfsmessung "Parametersteuerung"". Hannover 2005.
- RITTER, S.; B. WEIDNER-RUSSELL (2003): "Raumhandelsmodelle : Konzeption und Ausgestaltung monetärer Anreizsysteme". Hannover 2003.
- SCHMITT, R. (Interview 14.11.2013) - Kanzleramt, Entwicklungsplanung - Interviewer: A. Schwanck; am 14.11.2013 in Weimar.
- STIFTERVERBAND FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT (2008): "Leitlinien für die deregulierte Hochschule". Erhardt, M.; V. Meyer-Guckel; M. Winde (Hrsg.), Essen 2008.
- WILLIAMSON, O. E. (1990): "Die ökonomischen Institutionen des Kapitalismus : Unternehmen, Märkte, Kooperationen". Tübingen 1990.
- WÖRNER, H. (2005): "Flächenmanagement und Raumhandel aus übergreifender Sicht". MKW - Baden Württemberg, 2005, http://www.slidefinder.net/F/Fl%C3%A4chenmanagement_Raumhandel_%C3%BCbergreifender_Sicht_Hartmut/w_rner/17777627.

Alexander Vogt, Prof. Dr.-Ing. Marten F. Brunk

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik
vogt@bgt.rwth-aachen.de

Dezentrale Trinkwassererwärmung mittels Kleinstwärmepumpen

Kurzfassung: Zur Erhöhung der Energieeffizienz der Trinkwarmwasserbereitung wird ein System untersucht, das das Trinkwarmwasser dezentral mittels Kleinstwärmepumpen bereitet. Es werden die Systemidee vorgestellt, erste Aussagen zur Dimensionierung getätigt sowie vorläufige Simulationsergebnisse vorgestellt. Das System ist in der Lage, die Anforderungsstufe II der VDI 6003 zu erfüllen und somit den größten Teil der Energie des Trinkwarmwasserbedarfs durch Wärmepumpennutzung mit einer hohen Effizienz bereitzustellen. Für das System konnten hohe Einsparungen an CO₂-Emissionen nachgewiesen werden. So lassen sich nach den hier vorgenommenen Abschätzungen die CO₂-Emissionen für die Trinkwarmwasserbereitung in einer Größenordnung von 50 % reduzieren.

1 Einleitung

Der Endenergieverbrauch, welcher für die Trinkwarmwasserbereitstellung aufgewendet wird, betrug im Jahr 2010 ca. 12,5 Prozent des Energieverbrauchs der privaten Haushalte. Im Jahr 2000 betrug dieser Anteil nur ca. 10 Prozent. Während die Energie, die für die Trinkwarmwasserbereitung aufgewendet wird, weitestgehend unverändert bleibt, reduziert sich die zur Deckung des Heizwärmebedarfs eingesetzte Energie durch zusätzliche Wärmedämmung der Gebäudehülle deutlich [1]. Hieraus ergibt sich, dass in der Trinkwarmwasserbereitung ein überproportional hohes Optimierungspotenzial liegt und somit die Möglichkeit besteht, große Mengen an CO₂-Emissionen einzusparen. Wärmepumpen erreichen durch technologischen Fortschritt immer höhere Effizienzen. Durch den stetig steigenden Anteil der Erneuerbaren Energien am Strommix erhöht sich weiterhin die ökologische Vorteilhaftigkeit von elektrisch betriebenen Wärmepumpen. Daher bieten Wärmepumpen die Möglichkeit, den Warmwasserversorgungsbereich zukünftig deutlich energieschonender zu gestalten. Hierzu untersucht der Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik der RWTH Aachen in mehreren Forschungsvorhaben Möglichkeiten zum effizienten Einsatz von Wärmepumpen für die Trinkwarmwasserbereitung. Eine Möglichkeit, die Effizienz von Wärmepumpen zu erhöhen, liegt in der Senkung des erforderlichen Temperaturniveaus der Trinkwarmwasserbereitstellung. Dabei soll die Trinkwarmwasserbereitung dezentral erfolgen, damit aus hygienischen Gründen nur Temperaturen auf Bedarfsniveau erforderlich sind. Durch diese Temperaturreduktion können die Leistungszahlen von Wärmepumpen deutlich gesteigert werden und durch die dezentrale Ausführung bietet das System darüber hinaus besonders gute hygienische Bedingungen.

2 Hygienische Rahmenbedingungen der Trinkwarmwasserversorgung

Zur Gewährleistung von hygienisch einwandfreien Bedingungen in Trinkwasserleitungen ist insbesondere das Legionellenwachstum zu beachten. Zur Kontrolle des Legionellenwachstums in Trinkwarmwasserspeichern lässt sich unterscheiden zwischen der Verhinderung des Wachstums (Temperaturen ab 55°C – 60°C) und der Abtötung bereits vorhandener Legionellenbesiedlungen (mindestens 70°C). Daher schreibt das DVGW

Arbeitsblatt W 551 [2] vor, dass für Trinkwassererwärmer und zentrale Durchfluss-Wassererwärmer am Wasseraustritt eine Temperatur von $\geq 60^\circ\text{C}$ eingehalten werden muss. Weiterhin müssen Speicher-Trinkwassererwärmer mit einem Inhalt $> 400\text{ l}$ eine gleichmäßige Erwärmung des Trinkwassers sicherstellen. Bei bivalenten Speichern mit Vorwärmstufen und Trinkwassererwärmungsanlagen muss der gesamte Speicherinhalt einmal am Tag auf über 60°C erhitzt werden [2]. Eine Möglichkeit, die erforderliche Temperatur für die Trinkwarmwasserbereitung zu reduzieren, ergibt sich durch die dezentrale Durchführung der Trinkwassererwärmung. Bei einer dezentralen Trinkwassererwärmung, wie z. B. bei elektrischen Durchlauferhitzern, Gasthermen oder Wohnungsstationen, reicht es aus thermischer und hygienischer Sicht aus, das Trinkwasser auf niedrigeren Temperaturen (ca. 45°C) bereitzustellen. Dezentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer bieten deutliche hygienische Vorteile gegenüber konventionellen Systemen mit Trinkwarmwasserspeichern. Dies gilt insbesondere, wenn die Nutzung für eine längere Zeit unterbrochen wurde. Durch kurze Verweildauern des erwärmten Wassers wird das Legionellenwachstum deutlich vermindert. Durch die kurze Anbindung der dezentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmer ist außerdem das Risiko einer Legionellenbildung bei Stagnation in den Leitungen deutlich reduziert. Der DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) bestätigt die hygienische Vorteilhaftigkeit dezentraler Durchfluss-Trinkwassererwärmer und gibt daher in den Regeln des DVGW Arbeitsblattes W 551 vor: „Dezentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer können ohne weitere Maßnahmen verwendet werden, wenn das dem Durchfluss-Trinkwassererwärmer nachgeschaltete Leitungsvolumen 3 Liter nicht überschreitet“ [2]. Durch die Trinkwarmwasserbereitstellung auf einer Temperatur von beispielsweise 45°C ergeben sich deutliche Vorteile bezüglich der Effizienz von Wärmepumpen.

3 Effizienz einer Wärmepumpe bei der Trinkwarmwasserbereitung

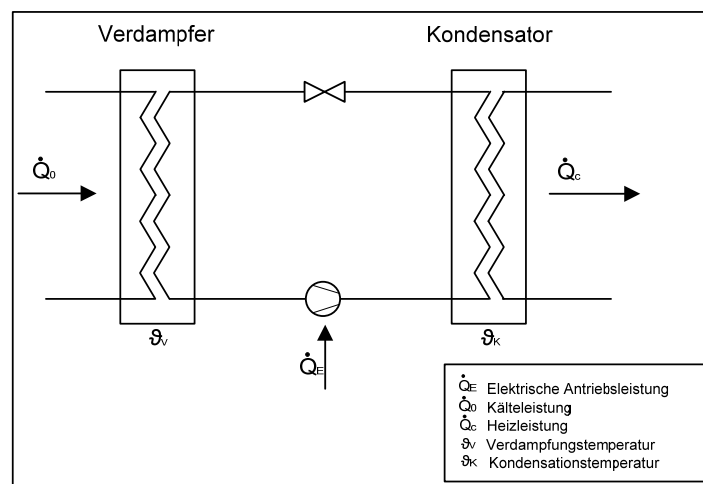


Bild 1: Funktionsschema einer Wärmepumpe

Bild 1 zeigt das Funktionsschema einer Kompressionswärmepumpe. Durch den Verdampfer wird Energie der Umwelt auf niedrigem Temperaturniveau entzogen und durch die Zuführung von Energie (hier elektrische Antriebsenergie am Verdichter) auf einem höheren Temperaturniveau am Kondensator wieder abgegeben. Die abgegebene Heizleistung entspricht der Summe aus Kälteleistung und elektrischer Antriebsleistung.

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch die Leistungszahl ε_W beschrieben. Diese ergibt sich aus dem Quotienten der Heizleistung und der elektrischen Antriebsleistung.

$$\varepsilon_W = \frac{\dot{Q}_c}{\dot{Q}_E}$$

Die Leistungszahl einer Wärmepumpe hängt wesentlich von der Differenz der Systemtemperaturen, der Verdampfungstemperatur ϑ_V und der Kondensationstemperatur ϑ_K ab. Je höher die Differenz ($\vartheta_V - \vartheta_K$), desto schlechter ist die Leistungszahl. Daher führen die für die zentrale Trinkwarmwasserversorgung geforderten Temperaturen von $\geq 60^\circ\text{C}$ dazu, dass die Effizienz einer Wärmepumpennutzung deutlich eingeschränkt wird. Bei einer Verringerung der Trinkwarmwassertemperaturen ist von einer höheren Effizienz bei einer Wärmepumpennutzung auszugehen.

4 Vorstellung der Systemidee

Um diese günstigen Bedingungen für die Trinkwarmwasserbereitung durch den Einsatz von Wärmepumpen auszunutzen, untersucht das durch das BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) geförderte Forschungsvorhaben „Energieeffiziente Trinkwarmwassererzeugung durch dezentrale Wärmepumpensysteme und zentral regenerativ bereitgestellter Wärme“ die dezentrale Trinkwarmwassererzeugung mittels Wärmepumpen.¹

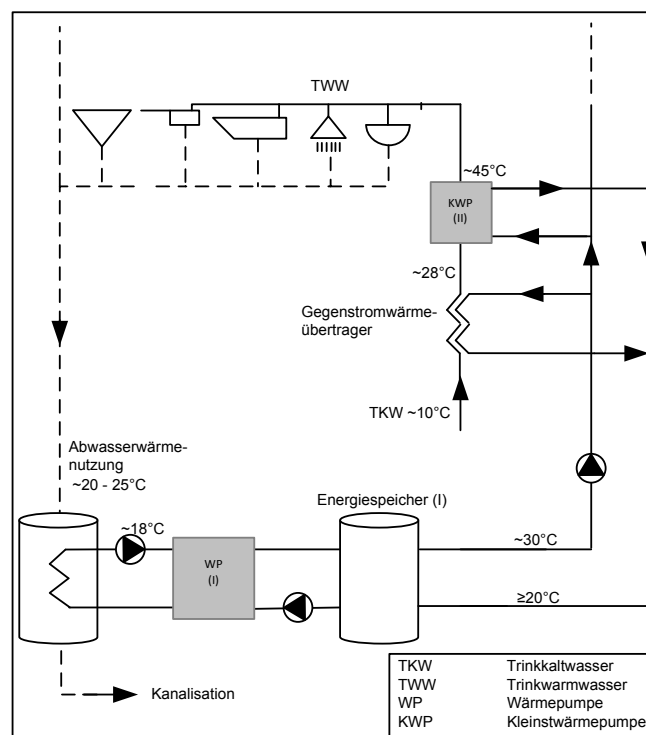


Bild 2: Systemskizze der dezentralen Trinkwassererwärmung mittels Wärmepumpen

Die zugrundeliegende Systemidee ist in Bild 2 dargestellt. Ziel ist es, mittels regenerativer Energien, beispielsweise der hausinternen Abwasserenergienutzung, einen zentralen

¹ Förderkennzeichen: SWD-10.08.18.7-12.42, Bewilligungszeitraum: November 2012 – November 2014, Projektleitung: Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik RWTH Aachen University

Wasserspeicher (I) auf einem Temperaturniveau von ca. 30°C vorzuhalten. Dieser Energiespeicher (I) speist ein Heizkreislaufsystem mit Vor- und Rücklaufleitung im Gebäude. An den dezentralen Trinkwarmwasserzapfstellen wird das Trinkkaltwasser zunächst durch einen an diesem Heizkreislaufsystem angeordneten Wärmeübertrager vorerwärmt und anschließend durch eine kompakte Kleinstwärmepumpe im Durchfluss auf eine Zapftemperatur von ca. 45°C erwärmt. Um zu hohe Taktungen der Kleinstwärmepumpe zu vermeiden, ist vorgesehen, einen kompakten Energiespeicher innerhalb der Wohnungen anzuordnen. Auch für die Kleinstwärmepumpe dient das Heizkreislaufsystem als Wärmequelle.

Das Potenzial zur Energieeinsparung ergibt sich zum einen durch die niedrigen Vorlauftemperaturen im Vergleich zu konventionellen Systemen mit $\geq 60^\circ\text{C}$ und zum anderen durch die geringen Wärmeverluste in den Heizkreisläufen infolge der niedrigen Umlauftemperaturen. Durch kurze Rohrleitungen zwischen den dezentralen Trinkwassererwärmern und den Zapfstellen sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Bekämpfung von Legionellen notwendig, da keine Speicherung des Trinkwarmwassers erfolgt. Es bietet sich an, die zentrale Energie direkt aus dem Abwasser zurückzugewinnen. Durch BRUNK, SEYBOLD, VOGT [3] konnte ein hohes Energiepotenzial in Abwasser nachgewiesen werden. Durch ein umfangreiches Monitoring verschiedener Wohngebäude konnten im häuslichen Abwasser durchschnittliche Temperaturen von 20 - 25°C nachgewiesen werden (bei einer durchschnittlichen Abwassermenge von ca. 120 Litern pro Person und Tag). Es konnte außerdem nachgewiesen werden, dass die im Abwasser befindliche Energie ausreicht, um die gesamte Trinkwarmwasserbereitstellung eines Gebäudes durch Wärmepumpennutzung abzudecken.

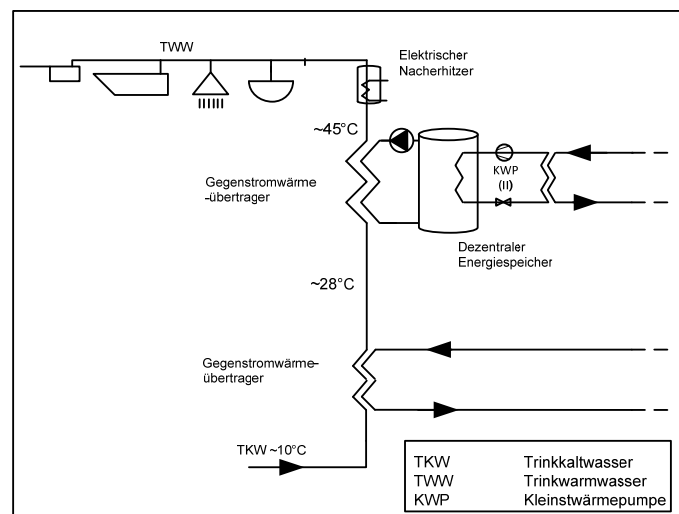


Bild 3: Wohnungssystem Kleinstwärmepumpe inklusive Energiespeicher

In Bild 3 ist das detaillierte Wohnungssystem des Forschungsprojekts dargestellt. Das mit ca. 10°C einfließende Trinkkaltwasser wird durch den unteren Gegenstromwärmeübertrager vorerwärmt und anschließend durch den am dezentralen Energiespeicher angeordneten Gegenstromwärmeübertrager auf die Zapftemperatur erhitzt. Bei geforderten Temperaturen von über 45°C oder bei einer Nutzung, die die gespeicherte Energiemenge des dezentralen Energiespeichers übersteigt, wird die zusätzliche Energie durch den elektrischen Nacherhitzer bereitgestellt. Der dezentrale Energiespeicher wird durch die Kleinstwärmepumpe gespeist. Die Kleinstwärmepumpe ist wiederum an den zentralen Energiekreislauf angeschlossen. Das System wurde so dimensioniert, dass die Anforderungsstufe II, die relevant für die Auslegung von Trinkwassererwärmern ist,

entsprechend der VDI 6003 für ein Wannenbad vollständig durch die Wärmepumpennutzung gedeckt werden kann.

5 Dimensionierung

Die Dimensionierung zentraler Wassererwärmungsanlagen erfolgt nach der Bedarfskennzahl N , deren Berechnung in den Vorschriften der DIN 4708-2 festgelegt ist. Anhand der Bedarfskennzahl wird ein Speicher mit einer entsprechenden Leistungszahl gewählt [4]. Bei dem hier betrachteten System handelt es sich um ein System, dass die Trinkwarmwasserbereitung dezentral vornimmt. Die Energiebereitstellung erfolgt zentral. Daher können die Vorschriften der DIN 4708-2 nicht angewendet werden. Das System wird in Anlehnung an die VDI 6003 dimensioniert. Das dezentrale Wohnungssystem soll in der Lage sein, nach den Komfortkriterien für die Anforderungsstufe II der VDI 6003 die Befüllung einer Badewanne mit der durch Wärmepumpen gewonnen Energie durchzuführen. Verbräuche, die im Hinblick auf die Temperatur oder die Zapfmenge das Anforderungsprofil übersteigen, werden mithilfe eines elektrischen Nacherhitzers abgedeckt. Um eine hohe Energieeffizienz des Gesamtsystems zu erreichen, wird angestrebt, diesen selten bis gar nicht zum Einsatz zu bringen. Für ein Wannenbad fordert die VDI 6003 eine Mindestentnahmemenge von 90 Litern bei einer Mindestentnahmerate von 10 Litern/Minute und einer Nutztemperatur von 45°C. Die maximale Temperaturabweichung darf während der Füllung 4 K betragen. Daraus ergibt sich, dass der Trinkwassererwärmer über eine Dauer von 9 Minuten 10 Liter/Minute zur Verfügung stellen muss. Die Temperatur darf während der Zapfung maximal von 45°C auf 41°C abfallen [5]. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde der dezentrale Energiespeicher mit einem wirksamen Wasservolumen von 90 Litern dimensioniert. Diese 90 Liter müssen auf einer Temperatur von mindestens 48°C vorgehalten werden. Weiterhin fordert die VDI 6003, dass das System nach 30 Minuten diese Leistung wieder erbringt. Dieser Komfortanspruch wird aufgrund von längeren gewünschten Laufzeiten der Wärmepumpe auf eine Stunde erhöht. Das vorerwärmte Trinkwarmwasser wird zunächst durch den ersten Gegenstromwärmeübertrager auf 28°C erwärmt und anschließend durch den zweiten Gegenstromwärmeübertrager auf 45°C erwärmt. Um diese Erwärmung zu erreichen, fällt die Temperatur im dezentralen Energiespeicher auslegungsbedingt auf 31°C ab. Damit der dezentrale Energiespeicher innerhalb einer Stunde wieder auf eine Temperatur von 48°C aufheizt, wird eine Kleinstwärmepumpe mit einer Heizleistung von ca. 1,8 kW benötigt.

Der zentrale Energiespeicher (I) muss einerseits stetig die Vorerwärmung des Trinkwarmwassers in jeder Wohnungseinheit gewährleisten und zum anderen die Energie für die Kleinstwärmepumpen bereitstellen. Zur Vorerwärmung des Trinkwassers muss das Trinkwasser von 10°C auf 28°C erwärmt werden. Der zentrale Energiespeicher (I) speist hierfür ca. 30°C warmes Wasser in das Zirkulationssystem ein, welches bei einer Spreizung von 10 K auf ca. 20°C abkühlt. Für jede Wohnung sollen wiederum die Vorgaben der VDI 6003 eingehalten werden. Also muss in jeder Wohnung eine Vorerwärmung von 90 Litern über 9 Minuten geleistet werden. Der Energiekreislauf muss hierfür 18 Liter/Minute einspeisen. Da davon auszugehen ist, dass der Bedarf in verschiedenen Wohnungen nicht gleichzeitig angefordert wird, kann eine Abminderung der bereitzustellenden Leistung erfolgen. Um die Gleichzeitigkeit der Entnahmen zu berücksichtigen, wurde analog zu dem in der DIN 1988-300 beschriebenen Verfahren ein Spitzendurchfluss berechnet. Der Spitzendurchfluss ergibt sich aus der Summe der Durchflüsse (Berechnungsdurchfluss), welche durch Gebäudetyp abhängige Konstanten abgemindert wird [6]. Bei einem Mehrfamilienwohnhaus mit 4 Wohneinheiten ergibt sich ein Berechnungsdurchfluss von 72 Litern/Minute ($4 \cdot 18$ Litern/Minute). Der abgeminderte Spitzendurchfluss errechnet sich nach DIN 1988-300 zu ca. 36 Litern/Minute. Bei einer

Zapfung über einen Zeitraum von 9 Minuten ergibt sich, dass 324 Liter ($9 \cdot 36$ Liter) zentral für die Vorerwärmung vorgehalten werden müssen. Weiterhin muss der zentrale Energiespeicher (I) die Energie für die Kleinstwärmepumpen bereitstellen. Bei einer zu erwartenden Leistungszahl der Kleinstwärmepumpe von 5 muss eine Heizleistung von 1,44 kW je Kleinstwärmepumpe bereitgestellt werden. Wird das Wasser von 30°C auf 20°C abgekühlt, so ergibt sich, dass je Wohnung mindestens 2,07 Liter/Minute über einen Zeitraum von einer Stunde bereitstehen müssen. Da die Beladung der Kleinstwärmepumpe über einen Zeitraum von einer Stunde bemessen wurde, kann hier nicht von einer Abminderung durch Gleichzeitigkeit ausgegangen werden. Demnach müssen für 4 Wohnungen mindestens 496 Liter Wasser im Speicher mit einer Temperatur von 30°C vorgehalten werden. In der Summe ergibt sich für die angenommenen 4 Wohnungen somit ein Speicherinhalt des zentralen Energiespeichers von 820 Litern. Aufgrund der Verfügbarkeit wurde ein Speicher von 900 Litern gewählt.

Die Dimensionierung ist stark von den Annahmen der Randparameter, insbesondere der Temperaturspreizungen, abhängig. Bei einer Erhöhung der Temperaturspreizungen können die Speicherinhalte niedriger ausfallen. Hierfür müssen allerdings auch die Wärmeübertrager entsprechend größer dimensioniert werden.

6 Simulatorische Untersuchungen

Das vorgestellte System wurde umfassend mit der Software Matlab/ Simulink abgebildet und simulatorisch untersucht. In Bild 4 ist die Zapftemperatur sowie die Vorerwärmtemperatur für eine 27-minütige Zapfung mit einem Durchfluss von 10 Litern/Minute dargestellt. Auf der linken Ordinate ist die Temperatur abgebildet, während auf der rechten Ordinate die Heizleistung des Systems abgetragen ist, die sich aus dem Durchfluss und der Temperatur ergibt. Die gestrichelte Linie zeigt die Vorerwärmtemperatur an, die durch das zentrale System geleistet wird. Die durchgezogene Linie repräsentiert die Zapftemperatur nach Energiezufuhr durch den dezentralen Energiespeicher (II) bzw. die Kleinstwärmepumpe. Die Flächen unter den Graphen kennzeichnen jeweils die insgesamt geleisteten Energien. Die schwarze Umrandung in **Bild 4** stellt den Auslegungsfall nach VDI 6003 dar, eine 9-minütige Zapfung mit einer Zapftemperatur von 45°C und einer maximalen Minderung um 4 K.

Das Trinkwasser wird zunächst durch das zentrale System auf eine Temperatur von 28°C vorerwärmt. Die Nacherhitzung durch das dezentrale System im Gegenstromwärmeübertrager bringt das Trinkwasser auf eine Temperatur von 45°C und hält diese in den ersten 9 Minuten permanent auf einer Temperatur von über 41°C. Nach 9 Minuten Zapfung entsprechend der VDI 6003 [5] ist der Energiespeicher (II), ausgeführt als Schichtenspeicher, einmalig umgewälzt und die Zapftemperatur geht deutlich zurück. Während der Entladung hat die Kleinstwärmepumpe erneut mit der Beladung des dezentralen Energiespeichers begonnen. Die Nacherhitzung nimmt so lange ab, bis sie sich der Dauerleistung der Kleinstwärmepumpe annähert. Die Dauerleistung liegt aufgrund des niedrigen Temperaturhubs deutlich über der Auslegungsleistung der Wärmepumpe.

Betrachtet wird hier die Zapfung innerhalb einer Wohnung, während in den restlichen Wohnungen keine Zapfungen stattfinden. Es zeigt sich, dass mit der vorgenommenen Bemessung der Auslegungsfall nach VDI 6003 vollständig durch das Wärmepumpensystem erfüllt werden kann. Sollten längere Zapfungen (über 9 Minuten) gefordert sein, kann eine Temperatur von 45°C nicht mehr durch das Wärmepumpensystem gewährleistet werden. Nun müsste der Nutzer auslegungsbedingt eine Stunde warten, bis das System wieder vollständig beladen ist. Weiterhin können noch Temperaturen über 30°C

bereitgestellt werden, die für viele Warmwassernutzungen ausreichen. Alternativ müsste die Erhitzung mittels des elektrischen Nacherhitzers durchgeführt werden. Bei einer geforderten Temperatur von 45°C müsste der Nacherhitzer nach 27 Minuten eine Nacherhitzung von 10,5 kW leisten. Durch das Wärmepumpensystem können in diesem Fall noch 13,9 kW geleistet werden. Es ist allerdings aus energetischen Gründen anzustreben, diese Nacherhitzung nicht zu beanspruchen. Es ist davon auszugehen, dass Leistungen, die außerhalb des bereitgestellten Bereichs liegen, nur selten abgerufen werden.

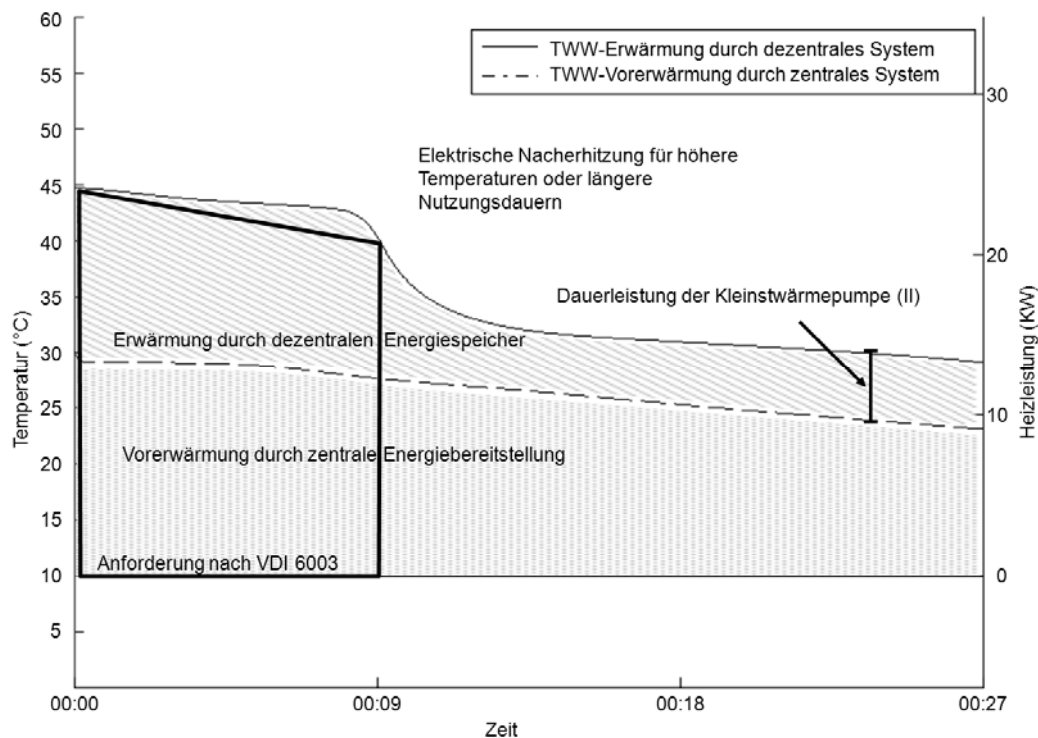


Bild 4: Trinkwassererwärmung für den Auslegungsfall nach VDI 6003

Für das gesamte System konnte unter Vernachlässigung der Antriebsenergien der Umwälzpumpen und der Speicherverluste eine System-Jahresarbeitszahl von 4,4 nachgewiesen werden. Die Zirkulationsverluste wurden berücksichtigt. Pro Person wurde ein durchschnittlicher Energiebedarf von 678 kWh/a für die Trinkwassererwärmung angesetzt. Die Zirkulationsverluste pro Person wurden bei einer Zirkulationstemperatur von ca. 30°C und einer Umgebungstemperatur von 20°C zu 32 kWh/a berechnet. Die elektrische Antriebsenergie für die Wärmepumpen wurde zu 160 kWh pro Person und Jahr errechnet. Bei CO₂-Emissionen von 0,57 kg/kWh für Strom [7] ergeben sich absolute CO₂-Emissionen in Höhe von 91 kg pro Jahr und Person für die Bereitstellung der Energie mittels dezentraler Wärmepumpen und zentral bereitgestellter Energie. Da bei einer zentralen Bereitstellung des Trinkwarmwassers mittels Gas das Trinkwarmwasser mit einer Temperatur von 60°C zirkuliert, erhöht sich die Temperaturdifferenz von 10 K auf 40 K. Somit kann von einer Vervierfachung der Zirkulationsverluste ausgegangen werden. Für die Bereitstellung mittels Gas ergibt sich bei einem Jahresnutzungsgrad des Gasbrennwertkessels von 0,97 ein Brennstoffverbrauch von 960 kWh/a. Bei CO₂-Emissionen von 0,2 kg/kWh für Gas [8] ergeben sich CO₂-Emissionen in Höhe von 192 kg pro Jahr und Person für die Bereitstellung mit Gas. Das bedeutet, dass die CO₂-Emissionen für die Trinkwarmwasserbereitstellung mittels des Wärmepumpensystems gegenüber einer Bereitstellung mittels Gas um 53 Prozent gesenkt werden könnten.

7 Fazit

Durch simulatorische Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass das System mit dezentralen Kleinstwärmepumpen bei der vorgenommenen Dimensionierung in der Lage ist, die Trinkwarmwasserbereitstellung unter den Gesichtspunkten der Komfortkriterien gemäß VDI 6003 zu gewährleisten. Neben einer vergleichsweise hohen Leistungszahl des Systems konnte ein hohes Energieeinsparpotenzial für die Zirkulationsverluste festgestellt werden. In diesem Zusammenhang wurden hohe potenzielle Einsparungen von CO₂-Emissionen nachgewiesen. Die Energie, die für den elektrischen Nacherhitzer aufgewendet werden muss, wurde nicht in die Berechnung mit einbezogen. Da das System einen hohen technischen Installationsaufwand mit hohen Investitionskosten erfordert, sind weitere Untersuchungen bezüglich der Zusammenfassung von Wohneinheiten oder Kombinationen mit weiteren regenerativen Energieträgern durchzuführen, um Amortisationsaussagen treffen zu können.

8 Literaturverzeichnis

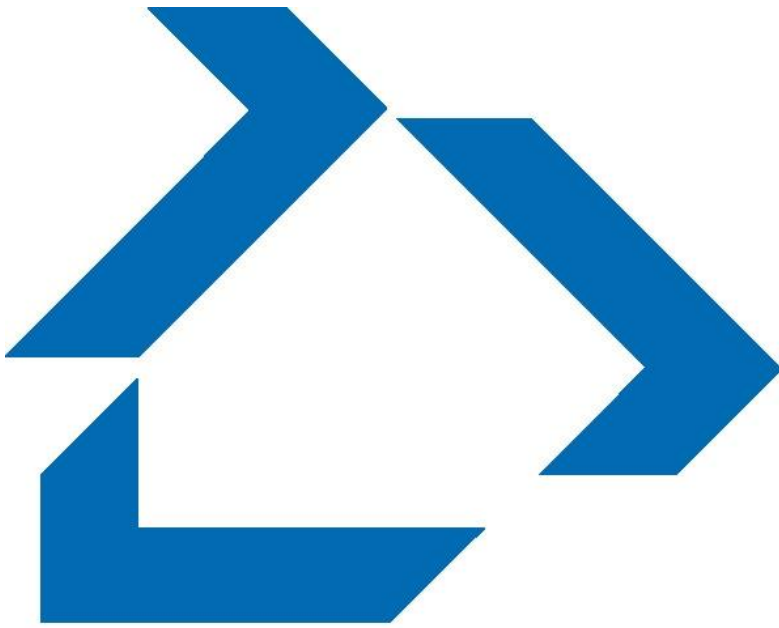
- [1] STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.). „Umweltnutzung und Wirtschaft – Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2012“. Wiesbaden: Eigenverlag, 2012.
- [2] DVGW DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E.V. (Hrsg.). „Arbeitsblatt W 551 – Trinkwassererwärmungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen“. Bonn: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, April 2004.
- [3] BRUNK, M.; SEYBOLD, C.; VOGT, A. „Intelligente Wärmepumpensysteme zur Trinkwassererwärmung durch Abwasserwärmerückgewinnung“. In: Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e. V. (Hrsg.). „BTGA-Almanach 2013“. Bonn: Strobel Verlag, 2013.
- [4] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (Hrsg.). „DIN 4708 Teil 2 – „Zentrale Wassererwärmungsanlagen – Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden“. Berlin: Beuth Verlag, April 1994.
- [5] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. (Hrsg.). „VDI 6003 – Trinkwassererwärmungsanlagen – Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz“. Berlin: Beuth Verlag, Oktober 2004.
- [6] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (Hrsg.). „DIN 1988-300 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen –Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW“. Berlin: Beuth Verlag, Mai 2012.
- [7] UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.). „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012“. Dessau-Roßlau: Eigenverlag, Mai 2013.
- [8] ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E. V. (Hrsg.). „Stichwort Methan – Erdgasversorgung und Treibhausgasemissionen: Aktuelle Fakten und Argumente“. Kaiserslautern: Verlag Rationeller Erdgaseinsatz, 2006.

EUROVIA verbindet Menschen

EUROVIA steht für Wege mit Zukunft – und zwar sowohl im Straßenbau als auch in puncto Karriere. Unsere weltweit rund 40.000 Mitarbeiter übernehmen Verantwortung in den Bereichen Verkehrswegebau, Ingenieurbau und Baustoffproduktion. 4.000 von ihnen arbeiten in Deutschland an unseren über 120 Standorten. Sie bald auch?

Als Tochterunternehmen von VINCI, einem der größten internationalen Baukonzerne, bieten wir Ihnen attraktive berufliche Perspektiven. Und einen ausgezeichneten Einstieg: Bewerben Sie sich für unser Traineeprogramm, eine Abschlussarbeit oder ein Praktikum.

Alles Wissenswerte über Karrierechancen und aktuelle Jobangebote finden Sie unter www.eurovia.de/karriere.



BAUINDUSTRIEVERBAND HESSEN-THÜRINGEN e.V.

Hauptgeschäftsstelle Wiesbaden

Abraham-Lincoln-Straße 30 in 65189 Wiesbaden

Tel.: 0611 974 75-0

Fax: 0611 974 75 75

Mail: info@bauindustrie-mitte.de

Bezirksgruppe Nordhessen

Druseltalstraße 15 in 34131 Kassel

Tel.: 0561 10 26 26; 10 26 27

Fax: 0561 78 07 43

Mail: kassel@bauindustrie-mitte.de

Hauptgeschäftsführer Rechtsanwalt Dr. Burkhard Siebert

Landesgruppe Thüringen

Blosenburgerstraße 4 in 99096 Erfurt

Tel.: 0361 600 56 0

Fax: 0361 600 56 10

Mail: erfurt@bauindustrie-mitte.de

Geschäftsführerin Rechtsanwältin Bettina Haase

www.bauindustrie-mitte.de



doka

Die Schalungstechniker.

Freivorbauwagen

Schalung und Rüstung aus einer Hand

Reduzierte Kosten

durch mietfähige, genau abgestimmte Komplettlösung

Reibungsloser Projektverlauf

durch detaillierte Abstimmung von Freivorbauwagen und Schalung

Sicher in jeder Arbeitsphase

durch rundum geschlossene Arbeitsbühnen auf allen Ebenen



twitter.com/doka_com



facebook.com/dokacom



youtube.com/doka

www.doka.com/freivorbau

Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH | Frauenstraße 35 | 82216 Maisach | T +49 8141 394-0
F +49 8141 394-6183 | deutsche.doka@doka.com | www.doka.de

3D design software – free access for your students

Autodesk provides architecture students and educators access to free* full-versions of Autodesk® 3D design software used by industry professionals worldwide. More than six million students and educators are part of the Autodesk Education Community with access to Autodesk® software products and free cloud computing power. Register for free with the Autodesk Education Community: www.students.autodesk.com

Recommended free full-version products

AUTODESK® FORMIT™ 2014



The first building design app for iPad®

The Autodesk® Formit mobile app helps students and educators capture building design concepts digitally anytime, anywhere ideas strike. They can use real-world site information to help create forms in context and support early design decisions with real building data.

- ▶ Synchronize designs with Revit desktop products
- ▶ Make design decisions earlier in the process
- ▶ Experience a more continuous BIM workflow

AUTODESK® REVIT® 2014



The comprehensive BIM-based desktop solution

Autodesk® Revit® software provides tools that support architectural design, MEP engineering, structural engineering, and construction. Revit software is specifically built for Building Information Modeling (BIM), helping students design more energy-efficient buildings.

- ▶ Use powerful tools for conceptual design, analysis, rendering
- ▶ Coordinate documentation to work more freely
- ▶ Make more informed design decisions

AUTODESK® 360



Virtually infinite computing power – anywhere, anytime.

With the Autodesk® 360 cloud-based solution, your students can take advantage of virtually infinite computing power in the cloud to create high-resolution renderings in a fraction of the time, and without the need for expensive hardware, for free.*

- ▶ Visualize and simulate rapidly
- ▶ Move computation-intensive tasks to the cloud



Die BBB-Fachtagung fand bisher an folgenden Universitäten statt

1990	Technische Hochschule Darmstadt
1991	Leibniz Universität Hannover
1992	Technische Hochschule Leipzig
1993	Technische Universität Wien
1994	Universität Stuttgart
1995	ETH Zürich
1996	Technische Universität München
1997	Technische Universität Dresden
1998	Universität Innsbruck
1999	Technische Universität Berlin
2000	Technische Hochschule Darmstadt
2001	Technische Universität Wien

2002	Technische Universität München
2003	Technische Universität Cottbus
2004	Universität Stuttgart
2005	Universität Dortmund
2006	Technische Universität Dresden
2007	Technische Universität Graz
2008	Technischen Universität Darmstadt
2009	Universität Kassel
2010	Technische Universität Wien
2011	Bergische Universität Wuppertal
2012	RWTH Aachen
2013	Bauhaus-Universität Weimar

- Nr. 25 (2011): Dirk Orbanz
Budgetierung im Straßenbetriebsdienst – Bestimmungsfaktoren und der Einfluss von Straßenzustand und Verkehrsstärke
- Nr. 24 (2011): Heinrich Best
Kooperationsstrategien spezialisierter Ingenieurberatungsunternehmen im internationalen Wettbewerb
- Nr. 23 (2011): Ulrike Beißert
Constraint-basierte Simulation zur Terminplanung von Ausführungsprozessen
- Nr. 22 (2011): Antje Hegewald
Strategische Handlungsempfehlungen für die technische Bewirtschaftung von Wohnungsbeständen
- Nr. 21 (2011): Hans-Joachim Bargstädt, Karin Ailland (Hrsg.):
Proceedings of the 11th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, Germany, Weimar Nov. 3–4, 2011
- Nr. 20 (2010): Hans-Joachim Bargstädt, Rolf Steinmetzger
Grundlagen des Baubetriebswesens – Skriptum zur Vorlesung
- Nr. 19 (2010): 6. Tag des Baubetriebs 2010 – Tagungsbeiträge „Modellierung von Prozessen zur Fertigung von Unikaten“
- Nr. 18 (2008): Hans-Joachim Bargstädt, Rolf Steinmetzger
Grundlagen des Baubetriebswesens – Skript zur Vorlesung
- Nr. 17 (2008): 5. Tag des Baubetriebs 2008 – Tagungsbeiträge „Auf dem Weg zum digitalen (Bau-)haus-Bau“
- Nr. 16 (2007): Barbara Leydolph
Ausbau von Fugendichtstoffen im Rahmen von Gebäuderückbau und Sanierung
- Nr. 15 (2007): Norbert Krudewig
Streitbeilegungsmodell für die deutsche Bauwirtschaft
- Nr. 14 (2007): 5. Fachtagung Sicherheit auf Baustellen „Gesund arbeiten bis zur Rente“
- Nr. 13 (2006): Arno Blickling
Spezifikation des Bau-Solls durch interaktive Modellierung auf virtuellen Baustellen
- Nr. 12 (2006): 4. Tag des Baubetriebs 2004 – Tagungsbeiträge „Nachtragsmanagement in Praxis und Forschung“
- Nr. 11 (2005): Raghavendra Kulkarni
An Algorithm for Decision-making at the Front-end in International Project Management
- Nr. 10 (2005): Die Professur Baubetrieb und Bauverfahren 2000 bis 2005
- Nr. 9 (2005): Hans-Joachim Bargstädt, Rolf Steinmetzger
Grundlagen des Baubetriebswesens – ein kurzer Überblick
- Nr. 8 (2005): 4. Fachtagung Sicherheit auf Baustellen „Erfahrung – Arbeitssicherheit – Leistung“
- Nr. 7 (2005): Weyhe, Stefan
Bauschadensprophylaxe als Beitrag zur Qualitätssicherung während der Bauausführung
- Nr. 6 (2004): 3. Tag des Baubetriebs 2004 – Tagungsbeiträge „Planungshaftung in der Bauausführung“
- Nr. 5 (2003): 3. Fachtagung Sicherheit auf Baustellen
- Nr. 4 (2002): 2. Tag des Baubetriebs 2002 – Tagungsbeiträge:
„Über den Strukturwandel zur Konjunktur“: Innovation – Qualität – Zahlungssicherheit“
- Nr. 3 (2001): 2. Fachtagung Sicherheit auf Baustellen mit einem Spezialteil von Beiträgen zu Qualität und Sicherheit auf Baustellen und im Schweißbetrieb
- Nr. 2 (2000): Tag des Baubetriebs 2000 – Tagungsbeiträge
- Nr. 1 (2000): 45 Jahre Baubetrieb und Bauverfahren in Weimar

<http://www.uni-weimar.de/cms/bauing/organisation/bbb.html>

ISBN 978-3-86068-496-2